

Année 1926

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PRÉSENTÉE PAR

Emile-Joseph-Marcel PIERRON

Né le 7-Mai 1900 à Nancy (Meurthe et-Moselle)

L'INHIBITION ÉLECTRIQUE

Recherches Historiques et Expérimentales
sur l'Electro-Anesthésie d'Araya

Président de Thèse : M. SICARD, Professeur

PARIS
LIBRAIRIE LE FRANÇOIS
91, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 91

1926

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	NICOLAS.
Anatomie médico-chirurgicale	CUNÉO.
Physiologie	ROGER.
Physique médicale	STROHL.
Chimie organique et chimie générale.....	DESGREZ.
Bactériologie	N...
Parasitologie et histoire naturelle médicale.....	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales.....	Marcel LABBÉ.
Pathologie médicale	SICARD.
Pathologie chirurgicale	LECÈNE.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	PRENANT.
Pharmacologie et matière médicale.....	N...
Thérapeutique	CARNOT.
Hygiène	Léon BERNARD.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	MÉNÉTRIER.
Pathologie expérimentale et comparée.....	N...
Clinique médicale	GILBERT.
	BEZANÇON.
	ACHARD.
	WIDAL.
Hygiène et clinique de la première enfance.....	MARFAN.
Clinique des maladies des enfants.....	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	JEANSELME.
Clinique des maladies du système nerveux.....	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses.....	TEISSIER.
	DELBET.
Clinique chirurgicale	HARTMANN.
	LEJARS.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	LEGUEU.
	COUVELAIRE.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale.....	VAQUEZ.
Clinique oto-rhino-laryngologique	SEBILEAU.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Sans chaire	ROUVIÈRE.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.		MM.	
ALGLAVE.....	Pathologie chirurgic ¹ .	HOVELACQUE....	Anatomie.
ABRAMI.....	Pathologie médicale.	JOYEUX.....	Parasitologie
AUBERTIN.....	Pathologie médicale.	LABBÉ (Henri)...	Chimie biologique.
BASSET.....	Pathologie chirurgic ¹ .	LARDENNOIS....	Pathologie chirurgic ¹ .
BAUDOUIN	Pathologie médicale.	LE LORIER.....	Obstétrique.
BINET.....	Physiologie.	LEMAITRE.....	Oto-rhino-laryngologie
BLANCHETIÈRE.	Chimie biologique.	LEMIERRE.....	Pathologie médicale.
BRANCA.....	Histologie.	LÉVY-SOLAL....	Obstétrique.
BRULÉ.....	Pathologie médicale.	LHERMITTE.....	Pathologie mentale.
BUSQUET.....	Pharmacologie et ma- tière médicale.	LIAN.....	Pathologie médicale.
CADENAT.....	Pathologie chirurgic ¹ .	MATHIEU.....	Pathologie chirurgic ¹ .
CHAMPY.....	Histologie.	METZGER.....	Obstétrique.
CHIRAY.....	Pathologie médicale.	MOCQUOT.....	Pathologie chirurgic ¹ .
CLERC.....	Pathologie médicale.	MONDOR.....	Pathologie chirurgic ¹ .
DEBRÉ.....	Hygiène.	MOURE.....	Pathologie chirurgic ¹ .
de JONG.....	Anatomie pathologique.	MULON.....	Histologie.
DUVOIR.....	Médecine légale.	PHILIBERT.....	Bactériologie.
ÉCALLE.....	Obstétrique.	RIBIERRE.....	Pathologie médicale.
FIESSINGER.....	Pathologie médicale	RICHT Fils.....	Physiologie.
FOIX.....	Pathologie médicale.	TANON.....	Physique médicale.
GARNIER.....	Pathologie expériment.	TANON.....	Pathologie médicale.
HARVIER.....	Pathologie médicale.	VAUDESCAL.....	Obstétrique.
HEITZ-BOYER...	Urologie.	VERNE.....	Histologie.
		VILLARET.....	Pathologie médicale.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.		M.	
GOUGEROT.....	Pathologie médicale.	RETTERRER.....	Histologie
GUÉNIOT.....	Obstétrique		

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE

à titre permanent

MM.

AUVRAY.....	Clinique chirurgicale.
CHEVASSU.....	Clinique chirurgicale.
LAIGNEL LAVASTINE..	Clinique médicale.
LEREBOULLET..	Clinique médicale in fantile.

MM.

LERI.....	Clinique médicale.
LœPER.....	Clinique médicale.
PROUST.....	Clinique chirurgicale.
RATHERY.....	Clinique médicale.
SCHWARTZ.....	Clinique chirurgicale.

CHARGÉS DE COURS

MM. MAUCLAIRE, agrégé...	} Chargé du cours de chirurgie orthopédique cl l'adulte pour les accidentés du travail, les mut de guerre et les infirmes adultes.	
FREY		Stomatologie.
CHAILLEY-BERT		Education physique.
LEDOUX-LEBARD		Radiologie clinique.

Par délibération en date du 9 decembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans ses dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation

A TOUS LES MIENS

A NOTRE PRESIDENT DE THESE.

MONSIEUR LE PROFESSEUR SICARD
Médecin de l'Hôpital Necker,

Qui a bien voulu, en s'intéressant à nos recherches, nous réserver dans son service un accueil particulièrement bienveillant.
Qu'il veuille trouver ici l'hommage de notre gratitude et de notre admiration.

A MONSIEUR LE DOCTEUR LIVET
Assistant d'Electrologie du Service,

Qui nous a donné l'appui précieux des conseils dictés par son expérience.

A MONSIEUR RAMÓN ARAYA

Qui, avec une obligeance extrême, a mis à notre disposition les notes inédites de son père et nous a puissamment aidé à les dépouiller et à les traduire.

Nous les remercions chaleureusement.

PLAN DÉTAILLÉ

INTRODUCTION	Pages 11
--------------------	-------------

PREMIERE PARTIE ETUDE HISTORIQUE

CHAPITRE PREMIER

Histoire des rapports des êtres vivants avec l'électricité. l'électricité

L'électricité atmosphérique	17
Les premières applications de l'électricité aux êtres vivants.....	22
L'inhibition et le sommeil électrique.....	26

CHAPITRE II

Recherches expérimentales et théoriques d'Araya.

Expériences d'Araya :

Expérience fondamentale	32
— sur les animaux.....	35
— sur l'homme	36

Essai théorique :

Les découvertes et hypothèses à la base des idées d'Araya	38
Hypothèses d'Araya	43

CHAPITRE III

ARGUMENTATION

Les faits :

Action comparée du courant d'Araya et des courants usuels	55
Le sommeil électrique d'Araya et celui de Leduc	60
La propagation du courant d'Araya.....	61

Les hypothèses :

Nature électrique de l'influx nerveux.....	65
La circulation nerveuse	72

Structure intime du tissu nerveux.....	76
Définition des maladies fonctionnelles du système nerveux	79
Le courant nerveux aurait présidé à l'orga- nisation du système nerveux.....	82
Définition de l'anesthésie.....	84
Loi de l'appareil d'Araya et nature du cou- rant	85
Analogie de principe avec la vaccination et la bactériologie	86

DEUXIEME PARTIE

APPLICATION

CHAPITRE IV

Description de l'appareil d'utilisation.....	91
Technique	93
Indications et Pronostic.....	106
Contre-Indications	109

TROISIEME PARTIE

EXPERIMENTATION PERSONNELLE

CHAPITRE V

EXPÉRIENCES

Expériences sur les animaux.....	112
— sur l'homme	126
MESURES	127
DISCUSSION	133

CHAPITRE VI

OBSERVATIONS	148
CONCLUSIONS	167
BIBLIOGRAPHIE	169

INTRODUCTION

Les applications de l'électricité à la physiologie sont loin d'être connues dans leur mécanisme biologique. Le phénomène du choc électrique, dont beaucoup se préoccupent encore actuellement, reste en grande partie mystérieux : nous constatons ses effets, il nous est impossible de rétablir les chaînons successifs qui les relie à leur cause.

Les efforts d'aujourd'hui que nous voyons dans les travaux de physiciens et de cliniciens, ont été précédés par des recherches de même ordre, depuis l'origine même de nos connaissances.

Le domaine des faits d'expérimentation est un ensemble infini et complexe qui se présente à nous tout d'abord sans systématisation ni organisation : c'est au génie qu'il appartient de donner une charpente à cette matière amorphe pour en faire l'édifice de la connaissance scientifique. A une étape donnée de l'histoire, une intelligence surgit qui groupe en un faisceau solide des phénomènes de même ordre, qui resserre et fixe les liens qui les rattachent, qui donne à ce conglomerat stérile une cristallisation harmo-

nieuse. Dans la suite, les recherches se poursuivent dans la voie ainsi tracée qu'elles poussent toujours plus loin dans l'inconnu.

Mais au moment où cette intelligence échafaude son système, elle néglige forcément de petits faits qui, sans être contradictoires, restent inexpliqués, des idées qui demeurent incontrôlables. Avec les années, les phénomènes scientifiques subissent des évolutions diverses : les théories les prennent, puis les abandonnent, puis les reprennent encore suivant l'heur ou le génie de l'homme. Certains sont perdus de vue. Si, plus tard, une autre intelligence reprend à la lumière des connaissances nouvelles, ces hypothèses et ces faits oubliés, et qu'elle considère d'un point de vue nouveau les faits établis par d'autres dans un but différent, elle peut s'en servir pour grouper autrement les faits acquis, et pour échafauder une charpente nouvelle, origine de voies tout aussi fécondes pour la science.

C'est ainsi qu'un médecin chilien, ARAYA ⁽¹⁾, ayant rapproché des faits et des idées, puis les ayant groupés à sa manière, conçut un dispositif permettant de modifier l'action du courant faradique. Il obtint ainsi des phénomènes nouveaux. Or, tout fait nouveau demande une explication. Il fut donc conduit à échafauder un système. Ce sont ces phénomènes et ces théories que nous nous proposons de rapporter après avoir brièvement rappelé les travaux antérieurs sur le rôle de l'électricité en biologie, et spécialement sur

(1) (1856-1919.)

l'inhibition électrique. Quel que soit le sort réservé par la critique aux théories, les faits resteront.

ARAYA, croyant avoir trouvé un courant électrique nouveau, l'a baptisé « courant électro-anesthésique ». Nous lui conserverons ce nom.

Nous exposerons ensuite notre expérimentation personnelle.

PREMIERE PARTIE

ETUDE HISTORIQUE

CHAPITRE PREMIER

LES PREMIERS RAPPORTS DES ETRES VIVANTS AVEC L'ELECTRICITE

L'électricité atmosphérique

Les anciens, quoique fort ignorants des sciences physiques, avaient cependant étudié avec soin certains phénomènes atmosphériques. Les Etrusques qui s'en étaient occupés d'une manière toute particulière, y avaient cherché les moyens de prédire l'avenir, de détourner les présages funestes et d'apaiser les Dieux. Ils avaient surtout observé les phénomènes relatifs aux coups de foudre, dont ils reconnaissaient trois sortes, suivant la gravité de leurs effets. Ils distinguaient même onze espèces de foudre d'après la théorie qu'ils avaient déduite de leurs observations. Les Romains n'en admettaient que deux : celles de jour attribuées à Jupiter, celles de nuit attribuées à Summanus.

Selon les Etrusques, il y avait les foudres qui sortaient de la terre (*infera, terrena*), et d'autres qui venaient du ciel (*a sideribus venentia*). La partie la

plus mystérieuse de la science des Aruspices Etrusques consistait assurément dans les cérémonies par lesquelles ils prétendaient attirer la foudre : c'était le culte de Jupiter Elicius. Les Etrusques l'avaient apporté à Rome. Numa en avait appris d'eux le secret et il avait consigné le détail de ces rites dans ses commentaires. Son successeur, Tullus Hostilius, ayant voulu répéter ces redoutables cérémonies, mais n'ayant pas pris les précautions nécessaires, fut tué par la foudre. La croyance à la « science fulgurante » dura un grand nombre de siècles, et Constantin le Grand, devenu chrétien, y croyait encore, puisque plusieurs années après sa conversion, il fit une loi pour autoriser les Romains à consulter les aruspices lorsqu'un édifice avait été frappé par la foudre.

Plus tard encore, dans le temps du siège de Rome par Alaric, des Etrusques se présentèrent au préfet de cette ville et l'assurèrent qu'ils avaient été les témoins de la défense d'une ville, au moyen de certaines cérémonies qui avaient attiré des tonnerres et des tourbillons de feu, et l'avaient ainsi délivrée de ses ennemis. Ils offrirent de défendre Rome de cette manière et l'Evêque consulté, autorisa un essai qui n'eut, du reste, aucun résultat.

Quelques auteurs ont pensé que les récits et les superstitions des Etrusques cachaient de véritables connaissances physiques. Ils ont cru en retrouver des traces chez quelques autres peuples de l'antiquité, et on cite l'opinion de Michaëlis qui a soutenu que les pointes dorées qui se trouvaient, selon l'historien

Josephe, sur le faite du Temple de Jérusalem, faisaient l'office de paratonnerre, et mettaient cet édifice à l'abri de la foudre.

On a même prétendu que l'Arche sainte était reliée à cette armature, et qu'elle constituait un véritable condensateur, dont les décharges étaient exploitées par les prêtres pour frapper l'imagination de la foule (?)

Les Anciens avaient aussi remarqué des lueurs qui brillaient parfois à la pointe des lances et des épées (iguis lambens des latins), et ces petites flammes qui apparaissent avec un bruit particulier, au sommet des mâts des navires, et que les marins appellent le feu Saint Elme.

Quelques-uns des effets physiologiques de la foudre étaient connus aussi, et outre la mort, avec ou sans délabrement, nous trouvons dans Ovide, la description d'un état de mort apparente. Mais tous ces phénomènes ne furent jamais rapportés à leur cause réelle (car il est probable que les Anciens n'avaient aucune connaissance scientifique de l'électricité). Ils furent seulement un objet de superstition exploité par les prêtres.

Il faut arriver en 1752, jusqu'à Franklin, pour avoir l'idée de l'identité de la foudre et de l'électricité. (La première démonstration expérimentale appartient au Français Dalibard.) La même année, Le Monnier, de l'Académie des Sciences de Paris, constatait que par les plus beaux temps, quand le ciel est sans nuages, toutes les couches de l'air semblent char-

gées d'électricité ⁽¹⁾. Ce fait fut confirmé par de Saussure. Au cours d'un voyage dans les Alpes, de Saussure, Pictet et Jallabert vérifièrent fortuitement la présence d'électricité dans un nuage orageux qu'ils rencontrèrent : « *Jallabert, qui avait un galon d'or à son chapeau, entendait un bruit assourdissant, et tous les assistants, y compris les guides, se coiffant tour à tour de ce chapeau, entendaient le même bruit : cependant l'or n'était pas nécessaire, il suffisait d'étendre le bras vers le nuage pour éprouver à l'extrémité des doigts un picotement produit par l'étincelle qui s'en échappait.* »

De Romas, en 1757, fit la même démonstration, mais d'une manière plus dangereuse. Au moment d'un orage, il envoya vers les nuages un cerf-volant relié au sol par un fil de cuivre qu'il tenait lui-même au moyen de cordons de soie. Il vit sortir de l'extrémité inférieure du fil de métal, non pas des étincelles, mais des lames de feu de 3 ou 4 mètres de longueur et de 10 ou 12 centimètres d'épaisseur, faisant un bruit semblable à des coups de pistolet.

Quelque temps après, lord Mahon, dans son ouvrage « *Principes d'Electricité* », explique les accidents causés par la foudre à grande distance de son point de chute, par son ingénieuse théorie du « choc en retour ».

(1) Depuis nous avons appris à mesurer cette électricité. La différence de potentiel (mesurée en volts) entre la terre et un point de l'atmosphère est égale environ à la hauteur (mesurée en centimètres) de ce point au-dessus du sol. Il y a de grandes variations suivant les lieux.

Depuis, les effets de l'électricité atmosphérique sur les êtres vivants ont été bien étudiés et, dès le XIX^e siècle, Boudin les classe de la manière suivante :

- 1^o guérison d'affections préexistantes;
- 2^o blessures et infirmités, mort apparente;
- 3^o mort.

Parmi les affections guéries par la foudre, on trouve des exemples de paralysie des membres, d'amaurose, de surdité, d'affections rhumatismales. Guérard raconte, d'après Tulpius, qu'un jeune homme, muet depuis trois ans à la suite de l'ablation de la moitié de la langue, ressentit un grand mouvement dans les muscles de cet organe, au moment d'un coup de foudre, et recouvra immédiatement la parole ⁽¹⁾.

Parmi les infirmités causées par la foudre nous citerons : l'amaurose, la surdité, les paralysies, les brûlures, les exanthèmes, l'épilation, les hémorragies diverses, le mutisme, l'imbécillité, l'avortement, enfin la mort apparente. Boudin cite le cas d'un homme qui ne reprit apparence de vie qu'après cinq quarts d'heure de soins énergiques, et qui resta aveugle et paralysé : paralysie fléssive et douloureuse avec augmentation des sens du goût, de l'odorat et surtout de l'ouïe. La guérison se fit progressivement et fut complète en quatre mois.

La mort peut être le fait d'un grand délabrement, d'hémorragies, de fractures ; fréquemment elle survient sans lésion apparente.

(1) On publiait récemment, en Angleterre, l'histoire d'un jeune sourd guéri dans les mêmes conditions.

Au xx^e siècle, le développement des applications de l'électricité à l'industrie a multiplié les accidents d'électrocution. Ce procédé fut adopté aux Etats-Unis d'Amérique pour exécuter les condamnés à mort. Les médecins d'aujourd'hui sont donc bien placés pour étudier les phénomènes du choc électrique. S. Jellineck, de Vienne, dans une communication toute récente à l'Académie des Sciences de Paris, résumant les connaissances modernes à ce sujet, insiste sur le caractère bénin des accidents dus à l'électricité, non seulement pour les lésions externes, mais encore pour les lésions internes, qui consistent fréquemment en névrites et altérations fonctionnelles de la moelle.

Il insiste sur ce point : le plus souvent l'électricité ne cause que la mort apparente. Les exécutions américaines qui furent si atroces au début, traînent encore en longueur et peut-être, dans bien des cas, n'aboutissent-elles qu'à une mort apparente, que l'absence de soins transforme seule en mort réelle.

Les premières applications de l'électricité aux êtres vivants

La légende dit que dans des temps très reculés on essayait de guérir certaines paralysies par la décharge électrique de la torpille ou du gymnote.

Mais il semble que ce fut un Français, l'abbé Nollet, qui, au milieu du xviii^e siècle, eut le premier l'idée d'appliquer l'électricité aux êtres vivants, dans un but thérapeutique.

Dès qu'il connut l'expérience de Leyde, il pensa que la décharge si violente de la bouteille de Leyde, pourrait « *ranimer les mouvements dans les membres qui l'auraient perdu* ».

Mais n'étant pas médecin, il n'osa pas tenter semblable expérience. Cependant, l'idée d'appliquer l'électricité à la thérapeutique le poursuivait. Il croyait que l'électricité devait avoir le pouvoir d'accroître la vitalité des êtres vivants. D'abord il expérimenta sur des plantes. Ayant semé des graines de moutarde dans deux pots, il électrisa l'un et laissa l'autre dans des conditions exactement semblables, sauf l'électrisation ? Au bout d'une semaine, il constata que la plante électrisée avait poussé beaucoup plus rapidement que l'autre. Paulhan, vers la même époque, faisait à Avignon des expériences semblables, électrisant patiemment des oignons de jonquilles, de jacinthes et de narcisses, et constatant au bout de quelques jours que racines et tiges croissaient beaucoup plus vite que celles des oignons témoins.

Nollet s'adressa ensuite aux animaux; il se proposait de les faire transpirer, but très recherché par la thérapeutique de l'époque, pour chasser « les mauvaises humeurs »; il électrisa successivement des chats, des pigeons, des pinsons, des bruants, des moineaux et jusqu'à des insectes : aucun ne sembla incommodé. « *Le plus souvent, les chats s'endormirent*, dit-il, *et les oiseaux demeurèrent tranquillement perchés sur leurs bâtons.* » Par des pesées, il

établit que les animaux électrisés avaient transpiré davantage que les témoins.

Encouragé par ce résultat, il tenta l'expérience sur lui-même, et sur son entourage; il n'observa « *qu'un peu d'épuisement et un grand appétit* », aucun effet nocif, et proposa aux médecins d'user de l'électricité pour traiter leurs malades.

Vers la même époque, Krüger, professeur à Helmstad, avait la même idée. Après la découverte de la bouteille de Leyde, Jacob-Hermann Klyn, en 1746, guérit avec celle-ci une jeune femme paralysée depuis deux ans. Le Cat, célèbre chirurgien de Rouen, annonça à l'Académie des Sciences la guérison d'un paralytique par la « *commotion de Leyde* ». Privata (de Venise), Sauvage (de Montpellier), Zindult en Suède, s'occupèrent de la question, mais bien que Mauduyt, en 1773, dans un rapport à la Société Royale de Médecine, ait spécifié que la guérison des paralytiques par l'électricité est la règle, malgré les travaux de l'abbé Bertholon (1779), de Cavallo (1786), de James Lary (1780), les insuccès étant la règle, la méthode fut abandonnée aux charlatans.

La découverte de l'électricité animale par Galvani, en 1786 (découverte fortuite, car il se proposait d'étudier l'influence que pouvait exercer sur le système nerveux les décharges entre nuages orageux) et la découverte de la pile de Volta, conséquence de sa polémique avec Galvani au sujet de l'électricité que ce dernier avait découvert dans les tissus animaux, enfin, la découverte de l'induction par Faraday

(1832), donnèrent des procédés d'électrisation plus pratiques que ceux qu'avaient employé les premiers expérimentateurs.

Leroy d'Etiolles, en 1826, proposa de traiter par le courant électrique l'obstruction intestinale. Mais, pour avoir des résultats vraiment intéressants, il fallut attendre la découverte de l'électrification localisée par Jallabert (de Genève), méthode reprise et développée par Duchenne, de Boulogne, qui montra tout le parti qu'on en pouvait tirer.

Les expériences se multiplièrent alors pour le plus grand profit de la physiologie.

En 1870 les Allemands Fritsch et Hitzig excitaient les hémisphères cérébraux d'un chien, à l'aide d'un courant induit. Ils constataient des convulsions dans les muscles du côté opposé au point excité obtenant ainsi les premiers une réaction périphérique.

Ferrier, en Angleterre, reprenait, en 1873, les mêmes expériences en substituant le singe au chien. Il obtint des résultats identiques.

François Frank et Pitres, en 1883, étendirent encore les découvertes précédentes, en montrant que toute la zone motrice corticale est épileptogène.

Expériences célèbres, qui amenèrent la découverte des localisations cérébrales, où Gall s'était déjà grossièrement essayé, et qui conduisirent à une différenciation entre la conductibilité et l'excitabilité, entre l'électricité et l'influx nerveux.

En effet : Herman en Allemagne, Rosenthal en Autriche, Schiff en Suisse, Duret et Caville en France,

répétèrent ces expériences, montrant que l'épilepsie expérimentale est due à une action réflexe mais non directe.

Beaunis en 1875, Wundt, Beclard dans sa « Physiologie humaine » en 1884, montraient que le courant électrique diffuse dans les tissus, tandis que le courant nerveux se propage dans le nerf suivant un sens déterminé.

Toutes ces découvertes conduisirent à des applications thérapeutiques où le courant électrique, sous sa forme faradique ou sous sa forme voltaïque, était utilisé à titre d'excitant.

L'inhibition et le sommeil électrique

Cependant, les premiers effets physiologiques de l'électricité qui furent connus de l'homme étaient des phénomènes d'inhibition. La mort apparente causée par la foudre, et qui est connue depuis l'antiquité, n'est pas autre chose en effet.

Depuis longtemps aussi, on savait que certains poissons jouissent du pouvoir d'étourdir leurs ennemis ou leurs proies au moyen d'une décharge électrique.

Dès 1878, Araya, au Chili, produisait l'inhibition électrique chez les animaux avec un appareil de son invention.

En 1894, Roger, étudiant le choc nerveux, avait utilisé la bouteille de Leyde pour le provoquer.

Prenant une grenouille, il fait éclater l'étincelle sur la région dorso-lombaire. L'animal pousse un cri et tombe dans une résolution musculaire complète ; les reflexes cornéens persistent, la respiration d'abord arrêtée reprend mais ralentie ou diminuée. Le cœur, arrêté lui aussi pendant 5 ou 6 secondes, reprend lentement son rythme normal. Il y a un retard considérable des phénomènes toxiques consécutifs à l'introduction d'un poison (strychnine ou veratrine) dans l'organisme. Un jour, la décharge tomba par hasard un peu latéralement : la résolution musculaire et le retard à l'intoxication furent localisés au côté frappé. Il s'agit là de phénomènes d'inhibition ; et Roger, qui se préoccupe surtout du retard de l'action toxique des poisons, l'attribue à une inhibition de la cellule nerveuse (strychnine) ou musculaire (vératrine), conformément au principe de l'épuisement des forces vitales de Brown-Sequard ⁽¹⁾ qu'invoquait déjà La Rive pour expliquer les phénomènes d'inhibition dus aux coups de foudre.

Qu'il s'agisse du choc formidable de la foudre ou de la commotion réduite de la décharge d'un petit condensateur, il s'agit toujours, jusqu'ici, d'une action unique et violente.

En 1902, Leduc, de Nantes, reprit ces questions un peu oubliées et montra qu'on pouvait, au moyen d'un courant galvanique de basse tension et à interruptions modérément fréquentes (c'est-à-dire à l'aide

(1) Voir page 28.

de très petites décharges très fréquemment répétées), provoquer l'inhibition cérébrale ou narcose électrique.

Il utilisait un dispositif comprenant les appareils suivants :

- 1° Une source de courant continu ;
- 2° Un réducteur de potentiel ;
- 3° Un interrupteur spécial pour modifier à volonté le nombre des interruptions et la durée du passage du courant ;
- 4° Un voltmètre ;
- 5° Un milliamperemètre.

Prenant un lapin, il lui rase la tête de très pres, puis y applique une électrode formée de coton hydrophile imprégné d'une solution tiède de chlorure de sodium à 1 % ; il la recouvre d'une plaque métallique et le tout est fixé à l'aide d'une muselière ; cette électrode est reliée au pôle négatif de la pile. L'anode est une large électrode appliquée sur le dos, dans un endroit également très bien rasé. Le circuit étant fermé, il augmente la force électro-motrice jusqu'à ce qu'il se produise des contractures généralisées. L'animal tombe alors sur le flanc et la respiration s'arrête. Il diminue ensuite la force électro-motrice jusqu'à reprise de la respiration. Dès lors, l'animal est dans un sommeil tranquille, accompagné d'anesthésie générale. Il n'y a ni troubles respiratoires, ni troubles circulatoires, et cet état de narcose peut être maintenu très longtemps. Contrairement à la narcose par l'éther ou le chloroforme, le sommeil s'établit et cesse aussi rapidement que le circuit est ouvert ou

fermé. Il n'y a pas de phénomènes consécutifs ; les animaux s'ébattent ensuite joyeusement.

Pendant l'expérience, les pupilles sont contractées (contrairement à ce qui se passe dans l'épilepsie), la température est plutôt au-dessous de la normale, le rythme respiratoire presque inchangé. La pression artérielle est augmentée.

L'effet optimum fut obtenu avec 150 à 200 intermittences par seconde, une tension de 12 à 30 volts (sans self dans le circuit), 2 à 10 milli-ampères suivant les animaux, la cathode étant sur la tête. En élevant graduellement le voltage, on obtient l'arrêt de la respiration, puis du cœur, et la mort.

Louise Robinovitch, de Philadelphie, et Schmidt en Allemagne, firent des expériences analogues avec le même résultat.

Mais Leduc ne se borna pas à expérimenter sur les animaux. Il se soumit lui-même à l'expérience sans inconvénients. Il relate ainsi ses impressions :
« ...*La sensation produite par l'excitation des nerfs superficiels, tout en étant désagréable, est facilement supportable ; elle se calme avec le temps, comme la sensation produite par un courant continu et, après avoir passé par un maximum, diminue malgré l'augmentation de la force électro-motrice.*

« *La face est rouge, il se produit des contractions légères des muscles du visage, du cou et même de l'avant-bras, et quelques trémulations fibrillaires ; puis on sent un fourmillement à l'extrémité des doigts et dans les mains : ce fourmillement s'étend aux*

orteils et aux pieds. L'inhibition atteint d'abord les centres du langage, puis les centres moteurs sont complètement inhibés ; le sujet est dans l'impossibilité de réagir aux excitations, même les plus douloureuses : il ne peut plus communiquer avec les expérimentateurs. Les membres, sans être dans une résolution complète, ne présentent aucune raideur ; il se produit quelques gémissements ne correspondant à aucune impression douloureuse, mais semblant causées par l'excitation des muscles du larynx. Dans nos expériences, le pouls resta absolument inaltéré, la respiration fut un peu gênée. Lorsque le courant était au maximum, nous entendions encore, comme dans un rêve, ce qui se disait autour de nous : nous avons conscience de notre impuissance à nous mouvoir et à communiquer avec nos collègues ; nous sentions les contacts, les picotements, les piqures de l'avant-bras, mais les sensations étaient émoussées, comme celles d'un membre profondément engourdi. L'impression la plus pénible est de suivre la dissociation et la disparition successives des facultés. Cette impression est identique à celle d'un cauchemar dans lequel, en présence d'un immense danger, on sent que l'on ne peut ni proférer un cri, ni accomplir un mouvement. »

Localement, chez l'homme, la cathode étant placée sur le trajet d'un nerf sensible (le médian au poignet par exemple), on obtient, pour une intensité donnée, une forte sensation de fourmillement, non doulou-

reuse, et une anesthésie complète et absolue de la région innervée par ce nerf.

En 1907, Leduc déclarait qu'il croyait proche la découverte de la loi électrique à laquelle obéit le phénomène de l'anesthésie et du sommeil.

CHAPITRE II

RECHERCHES EXPERIMENTALES ET THEORIQUES D'ARAYA

EXPÉRIENCES D'ARAYA

Pendant que ces recherches se poursuivaient en Europe, Araya, de Santiago du Chili, se consacrait au même but.

Expérience fondamentale

Reprenant l'expérience d'Oersted, qui consiste à observer qu'une aiguille aimantée est déviée par un fil rectiligne dans lequel passe un courant électrique et que le sens de la déviation dépend du sens du courant, il substitua un solénoïde au fil d'Oersted. Dans ces conditions, l'aiguille restait presque immobile si le courant traversant le solénoïde était faible. Avec un courant fort, au lieu de la déviation très brusque obtenue avec le dispositif d'Oersted, il obtint une déviation très lente (?)

Nous pensons que cette expérience consiste en une vérification des lois de l'action d'un solénoïde sur une aiguille aimantée. Quoi qu'il en soit, elle lui donna l'idée d'essayer l'action du solénoïde sur le cerveau d'un animal inférieur. Car Araya croyait que cet organe pouvait être comparé à une aiguille aimantée. Il prit un papillon et mit un minuscule solénoïde au-dessus et très près de la jonction de la tête et du thorax ⁽¹⁾.

L'animal replia ses ailes et ne bougea plus. Il semblait mort. En remplaçant le solénoïde par un fil rectiligne traversé par le même courant, le papillon frémissait, étendait ses ailes et se ranimait lentement (1877). Sur un animal plus gros il n'obtint plus rien. Alors il chercha un appareil plus puissant. Les lignes de forces produites par un solénoïde sont parallèles. Il lui vint l'idée de remplacer le champ magnétique du solénoïde par un champ électrique analogue, produit par deux courants parallèles et de même sens. Son dispositif comprenait quatre électrodes fixées sur une plaque de bois et disposées exactement en rectangle. L'animal en expérience fermait le circuit.

Dans ces conditions on peut concevoir quatre courants : AC-AD-BD-BC. Réunis dans une même plaque conductrice, ils se réduisent à un seul. Araya

(1) Il choisit cet endroit parce que, quelques mois auparavant, ayant reçu le courant d'une forte bobine de Ruhmkorff, il avait perdu connaissance, non sans avoir ressenti à la nuque un choc des plus violent. Il en avait conclu que là devait se trouver le centre de la sensibilité et de la vie. A cette époque aucune localisation cérébrale n'était connue, et on ignorait le rôle du bulbe.

crut que cette résultante constituait un courant doué de propriétés nouvelles et le baptisa « *courant électro-*

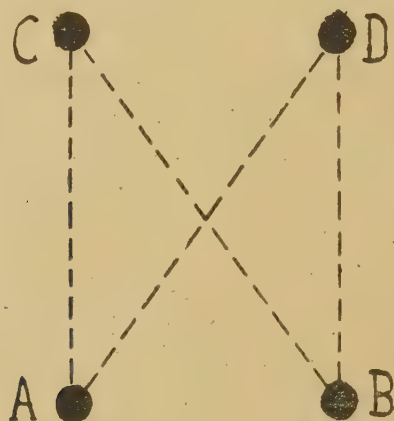


FIG. I

anesthésique », puisqu'il produisait un phénomène analogue à l'anesthésie générale.

Il construisit aussi un autre appareil se composant seulement de deux électrodes montées sur une plaque de bois. Lorsqu'elles sont réunies par une plaque conductrice, il passe entre elles un courant qu'on peut schématiser par une droite.

Le premier dispositif à quatre électrodes correspondait au solénoïde et ce dernier au fil rectiligne. Puisqu'il faisait cesser l'anesthésie générale ⁽¹⁾, Araya appela ce courant rectiligne : « *courant anti-électro-anesthésique* ».

(1) A condition d'être traversé par un courant de fréquence d'intensité et de voltage identiques à ceux du courant *électro-anesthésique*.

Expérience sur les animaux

Il appliqua cet appareil à la grenouille en février 1878. Mais il ne suffit plus d'approcher l'appareil ; il dut, pour obtenir quelque chose, non seulement le mettre en contact avec l'animal, mais encore enlever la peau de la région de la nuque où il appliquait son appareil. Il observa les phénomènes suivants : raideur généralisée et immobilité. La raideur était si marquée, qu'il put prendre une grenouille par une patte et la soulever d'un bloc, comme un animal en carton. En répétant ces expériences, il remarqua, qu'outre l'aspect de mort apparente, l'animal présentait une anesthésie générale. Il put, en effet, lui ouvrir le thorax et l'abdomen sans déterminer aucune réaction. Le cœur et les poumons fonctionnaient normalement.

A ce moment il appliqua le courant *anti-électro-anesthésique*, de telle manière que sa direction croisait la moelle.

Ce courant produisit le réveil au bout de cinq à six minutes, réveillant en même temps une vive sensibilité qui se manifesta par des cris et des mouvements.

L'année suivante, il produisit l'anesthésie générale et le sommeil électrique chez le lapin et le rat blanc par le même dispositif et en 1882 chez le chien. A ce moment, il songea à l'appliquer à l'homme.

Expériences sur l'homme

En 1880, il construisit un appareil plus grand et l'essaya sur l'homme. Son premier sujet d'expérience fut une femme atteinte d'hystéro-épilepsie, qui depuis six ans souffrait de violentes crises nerveuses.

La première application fut suivie, au bout de 35 secondes, d'anesthésie générale et de sommeil électrique. Au début, le pouls s'accéléra un peu (84), mais bientôt l'appareil circulatoire reprit son fonctionnement normal. La respiration resta aux environs de 16 à 18. La résolution musculaire était complète. Les chocs, pincements, ébranlements de toute nature, ne purent la réveiller. On put la mettre dans toutes les positions, même les plus défavorables à l'hématose, sans modifier sa respiration.

Cet état dura une demi-heure. L'appareil avait été retiré dès le début du sommeil. Le réveil fut obtenu par l'application du courant *anti-électro-anesthésique*, croisant la direction de la moelle au niveau de la troisième vertèbre cervicale. Il fallut environ une minute.

Le sujet était parfaitement bien et déclara n'avoir aucunement souffert ; sa température s'était élevée à 40° au bout d'un quart-d'heure d'expérience. Araya reproduisit fréquemment cette expérience ; mais, en règle générale, il n'obtint le sommeil que chez des épileptiques ou des hystériques ⁽¹⁾.

(1) Dans les limites de fréquence, d'intensité et de voltage qu'il s'était fixé.

Dans l'espoir de guérir le sujet de son épilepsie, Araya lui fit des applications quotidiennes de son appareil. Les crises s'espacèrent, diminuèrent de violence et six mois après avaient disparu. Au fur et à mesure des progrès de la cure, il lui fallut un courant de plus en plus fort pour produire le sommeil. A l'approche de la guérison, le plus souvent il ne l'obtint plus ; le sujet présentait alors la réaction de l'homme normal pour l'intensité et le voltage employés. Encouragé par ce succès, Araya tenta de guérir diverses affections, surtout nerveuses, parmi lesquelles nous citerons : l'épilepsie, l'hystérie, la chorée, les contractions, l'angine de poitrine, le tétanos, etc... Il obtint des succès dans des cas que l'on peut actuellement réunir sous le nom de maladies fonctionnelles du système nerveux.

Voici les résultats qu'il obtint en règle générale.

L'appareil lui étant appliqué sur la nuque, un sujet sain éprouve une sensation de fourmillement et d'engourdissement qui envahit rapidement tout le cuir chevelu à la manière d'un casque. Cette sensation s'arrête au niveau des bosses frontales.

Si le sujet présente une névralgie du trijumeau par exemple, la sensation de fourmillement envahit la joue correspondante à la branche malade, jamais l'autre. L'appareil étant sur le sacrum chez un malade atteint de sciatique unilatérale, le fourmillement gagne exclusivement le côté malade et se fait sentir le long du trajet du nerf jusqu'au pied. Si le sujet présente une lésion consistant en une solution

de continuité des fibrilles nerveuses (telle qu'une section ou une dégénérescence), la sensation est bloquée, c'est-à-dire qu'elle ne franchit pas une certaine limite ou respecte une zone plus ou moins grande. Du côté opposé tout se passe comme chez un sujet normal, si la lésion est unilatérale.

Enfin, si le sujet est épileptique ou hystérique, le fourmillement et l'engourdissement se font sentir dans tout l'organisme : d'abord le long de la moelle et des troncs nerveux des membres supérieurs, puis le long des troncs nerveux des membres inférieurs, jusqu'à l'extrémité des orteils. (Mais ce fait ne se produit jamais, quelque soit la rapidité d'envahissement, avant que la sensation ait gagné les bosses frontales.) Ce stade atteint, parfois le malade s'endort.

ESSAI THÉORIQUE

Les découvertes et les hypothèses à la base des idées d'Araya

Au début du XIX^e siècle, l'abbé Haüy, laissant tomber par hasard un cristal de quartz, s'aperçut qu'il se brisait en conservant des formes géométriques. Il en induisit des lois générales sur lesquelles il établit une science nouvelle : la cristallographie. Les molécules des minéraux se réunissent entre elles, suivant des lois géométriques et symétriques, pour former des cristaux. Cependant, certains minéraux semblent ne pas obéir aux lois de symétrie. Par

exemple, la tourmaline. Becquerel puis Haüy constatarent dans ce cristal anormal une propriété singulière. Si on chauffe une tourmaline jusqu'à une certaine température optima, on s'aperçoit que chacune de ses extrémités se polarise, c'est-à-dire se charge d'électricité positive pour l'une, négative pour l'autre. La forme asymétrique de ses extrémités permet de prévoir celle qui sera pôle positif et celle qui sera pôle négatif après le chauffage. Si l'on brise la tourmaline, on constate que chacune des petites tourmalines, si petites soient-elles, résultant de la fragmentation de la première, présentent les mêmes propriétés. En poussant à la limite, on conclut que chaque molécule intégrante du cristal est polarisable et qu'il existe une relation entre la disposition des molécules et leur état électrique. D'autres animaux jouissent de cette propriété (minéraux pyro-électriques). Cependant tous ne sont pas asymétriques. Haüy montra qu'ils ont tous les propriétés suivantes : certaines faces de leurs molécules sont disposées parallèlement à l'axe du cristal.

Certains cristaux ont aussi la propriété de polariser la lumière. Pasteur montra que l'acide tartrique racémique était composé de deux acides de formes cristallines différentes. Tous deux n'obéissent pas à la loi de symétrie d'Haüy. Une formation asymétrique appelée hémiedrie siège à droite des cristaux de l'une des deux sortes, à gauche dans l'autre. Or, une différence aussi petite dans la structure de ces corps a une influence considérable ou plutôt est la consé-

quence d'une différence de structure moléculaire importante, puisqu'un des acides dévie à droite et l'autre à gauche le plan de polarisation de la lumière. Or, il était admis que la lumière est un mouvement vibratoire ⁽¹⁾. Une expérience de l'Américain Page, qui, approchant d'un fort aimant une spirale d'argent parcourue par un courant électrique, perçut un son, permit de penser que l'électricité aussi est un mouvement vibratoire.

Prochaska dans son traité : « *de functionibus systematis nervosi* » (1784) avait émis l'idée que la « *vis nervosa* » consiste en « *une vibration dont la perturbation est la cause de l'irritabilité ou de hyperesthésie qui caractérise certaines affections nerveuses* ».

Claude Bernard, en 1872, considérant les travaux de Pasteur sur les acides tartriques droits et gauches, écrivait : « *Si deux substances chimiques, de composition en tous points identiques quant à la nature et à la proportion de leurs éléments constituants pouvaient différer considérablement dans certaines de leurs propriétés, par le seul fait d'une différence, décelée par des caractères optiques, dans leur arrangement moléculaire. Pourquoi n'en serait-il pas de même pour nos éléments histologiques, qui bien qu'identiques dans leur composition chimique, ne différeraient dans leurs propriétés physiologiques que par une simple modification d'arrangement molécu-*

(1) Depuis peu, des théories nouvelles voudraient faire de la lumière une émission de particules (Théorie des Quanta).

laire, organique ? Tout porte à penser qu'il doit en être ainsi et que c'est là un des moyens que la nature emploie pour opérer la différenciation, c'est-à-dire le perfectionnement des êtres dans les corps organisés aussi bien que dans les corps bruts. »

La Rive, dès 1858, étudiant dans son traité d'électricité les effets de la foudre, explique les cas de mort sans lésions apparentes à l'aide de la loi de Brown-Sequard sur les excitants des forces nerveuses et musculaires, « *Toute cause d'excitation des forces nerveuses, musculaires, etc., agit de manière à diminuer d'autant plus la quantité de ces forces qui se trouve à un moment donné chez un individu, que cette excitation est plus énergique.* » La foudre étant un excitant extrêmement énergétique, les forces vitales sont épuisées, d'où mort par arrêt du mécanisme de la vie. Au cours de cette explication, il formule l'hypothèse suivante : « *La puissante décharge électrique sous l'influence de laquelle se trouve le corps vivant imprime à la fois aux molécules de tous les nerfs, de tous les muscles, etc., une disposition différente de celle qu'elles possèdent sous l'action de la force vitale et analogue à celle qu'on détermine par le passage d'une décharge ou d'un courant artificiels à une partie seulement des muscles et des nerfs. La généralité, jointe à l'intensité de l'action électrique dans le cas où elle est déterminée par la foudre, doit produire à la fois une suspension momentanée mais générale de l'exercice de la force vitale et une désorganisation moléculaire des muscles et des nerfs qui*

empêche cette force de reprendre son empire⁶ » et il ajoute : « L'effet de la foudre dans le cas qui nous occupe serait bien difficile à comprendre, si ce n'était pas au moyen de l'électricité que possèdent les molécules naturellement bipolaires de l'organisme vivant, qui se fait la communication entre les centres nerveux et les différentes parties du corps, tandis que ce principe, étant admis, on conçoit la perturbation que doit apporter dans l'exercice régulier de cette communication une électricité extérieure aussi forte que celle de la foudre. »

Notant que sous l'influence de l'électricité atmosphérique, par temps orageux, les gens sains se trouvaient dans un état d'irritabilité, de pesanteur, de malaise, de paresse musculaire, tandis que les malades atteints de rhumatismes, de névralgies étaient fatigués, agités, fébriles et assistaient à une reprise ou à une aggravation de leurs douleurs ; et remarquant également que certaines affections (paralysies des membres, amaurose, surdité) étaient parfois, quoique très rarement, guéris par un coup de foudre : il conclut que tous ces faits « *sembleraient prouver qu'une forte décharge électrique artificielle, telle que celle d'une batterie de bouteilles de Leyde, serait capable d'opérer la guérison de certaines affections* », mais, ajoute-t-il, « *les chances de danger sont tellement plus grandes, qu'on n'oserait conseiller de recourir à semblable moyen* ».

Hypothèse d'Araya

L'hypothèse de La Rive, celle de Claude Bernard, celle de Prochaska, permettent d'admettre que le fonctionnement de l'organisme en général, et du système nerveux en particulier, sont sous la dépendance d'une orientation moléculaire en rapport avec une polarité électrique.

1° La relation entre la structure cristalline (qui n'est qu'une orientation moléculaire) et l'état électrique visible dans les minéraux pyro-électriques.

2° L'influence de l'orientation moléculaire sur les mouvements vibratoires, montrée par les travaux de Pasteur.

3° Une expérience de Faraday montrant qu'on agit sur la déviation du plan de polarisation de la lumière en soumettant le corps actif à l'influence d'un aimant ou d'un courant électrique.

4° L'expérience de Béclard montrant en 1884 qu'il existe dans les nerfs, entre la surface naturelle et la surface de section, un courant électrique capable de dévier l'aiguille d'un galvanomètre très sensible.

5° L'hypothèse d'Herschell, assimilant le courant nerveux à l'électricité, et les expériences de Fritch et Hitzig qui permirent d'établir une différence entre ces forces, sans préjuger la nature de l'influx nerveux.

6° Une autre hypothèse de La Rive, supposant que l'induction consiste en la décomposition par influence des électricités positives et négatives des

molécules du corps induit par les électricités positives et négatives déjà séparées des molécules correspondantes du corps inducteur.

7° Une hypothèse de du Bois-Raymond, supposant que l'orientation des pôles positifs et négatifs des molécules serait opposée dans les nerfs sensitifs et les nerfs moteurs, ce qui serait cause de la différence du sens de l'influx dans ces nerfs.

Conduisirent Araya à penser :

1) Que le système nerveux est composé de molécules polarisées, orientées dans un sens déterminé à un instant donné, mais variant avec la même fréquence qu'une aiguille aimantée soumise à des influences magnétiques très variables.

2) Que ces molécules constituent des fibrilles constituant elles-mêmes un réseau infiniment ramifié, mais fermé (conception histologique d'Apathy et Bethe).

3) Que ce réseau est le siège d'un mouvement vibratoire spécial de nature électrique, circulant en permanence dans un sens déterminé et dont les influx volontaires viendraient modifier l'intensité.

La structure, l'orientation moléculaire, devraient obéir aux lois cristallographiques de géométrie et de symétrie. Une dérogation analogue à celle qu'a découverte Pasteur dans l'acide tartrique déterminerait, conformément à l'hypothèse de Claude Bernard, les différences fonctionnelles que nous observons dans les organes des sens et le mécanisme des différentes fonctions du système nerveux,

Des influences étrangères venant modifier les charges électriques des molécules et leur orientation détermineraient les modifications d'intensité de transmission des influx ; le courant nerveux se transmettant comme dans les minéraux, de molécule à molécule, facilement si l'orientation est favorable, difficilement, ou à la limite pas du tout, dans le cas contraire.

Si les courants électriques induits ou continus ne diffusent pas dans les troncs nerveux (hormis ceux qui ferment le circuit), c'est qu'ils seraient trop différents du courant nerveux pour s'accomoder à l'orientation moléculaire du conducteur nerveux ⁽¹⁾. Si le courant d'Araya se propage mieux, c'est parce qu'il serait plus proche de l'influx nerveux (Araya dit même identique).

L'état de veille et l'état de sommeil seraient caractérisés par deux orientations différentes des molécules. Un état, une orientation moléculaire A, correspondrait à l'état de veille, une autre B, à l'état de sommeil.

Considérant les trois stades par lesquels il passe pour arriver à l'anesthésie générale : 1° simple fourmillement et engourdissement, 2° résolution musculaire et paralysie, et enfin 3° sommeil et anesthésie générale, il explique ainsi les différents degrés de cette anesthésie.

« Il y a dans toute sensation une impression maté-

(1) En réalité, cette diffusion existe, mais moins marquée qu'avec le dispositif d'Araya.

rielle sur l'organisme, impression qui n'est reçue que dans les nerfs sensitifs. Or, il est évident que la réception et la transmission normale de cette impression naturelle exige un certain équilibre dans l'état vibratoire des cellules nerveuses.

« Le dérangement plus ou moins complet de cet équilibre (par une action physique ou chimique par exemple) empêchera nécessairement, en tout ou partie, la réception et la transmission de l'impression sensible. Ce ne peut être, en dernière analyse, que dans cette altération de l'état vibratoire des cellules nerveuses, que consiste l'anesthésie. Si donc, le courant électro-anesthésique produit la plus complète anesthésie, ce ne peut être que parce que l'ordre des vibrations électriques qu'il introduit dans les cellules nerveuses est assez intense pour neutraliser le fluide nerveux et, par le fait même, rendre impossible toute réception et transmission d'une impression sensible. Et comme ce nouvel ordre de vibration peut être introduit instantanément dans le système nerveux, le troisième degré de l'électro-anesthésie peut avoir lieu instantanément. Il diffère donc de l'anesthésie provoquée ou déterminée par tout autre agent physique ou chimique connu. Ceux-ci, n'ayant qu'une action indirecte ou réflexe sur les cellules nerveuses, n'agissent que lentement, et produisent souvent sur l'organisme des effets désastreux. Ils ne sont d'ailleurs susceptibles d'être mesurés ni physiquement ni exactement.

« Le deuxième degré (suspension des mouvements)

n'admet pas d'autre explication que le troisième. De même que la réception et la transmission des impressions sensibles suppose un équilibre dans l'état vibratoire des cellules nerveuses sensibles, ainsi la réception et la transmission d'un commandement sensible suppose à son tour un état d'équilibre dans les vibrations cellulaires des nerfs moteurs.

« Si donc, le courant électro-anesthésique suspend complètement l'usage des facultés motrices, c'est que les vibrations artificielles qu'il communique aux cellules motrices sont assez nombreuses et assez intenses, pour altérer l'équilibre des vibrations naturelles nécessaires à la transmission du mouvement.

« Enfin, comme nous l'avons indiqué plus haut, l'état vibratoire naturel des cellules nerveuses peut être attaqué avec plus ou moins de force, selon la quantité et la tension plus ou moins grandes du courant électro-anesthésique.

« Rien donc d'étonnant si, dans certains cas, son action ne produit qu'une légère altération du mouvement vibratoire nerveux, insuffisante pour empêcher la sensibilité ou même le simple mouvement. C'est ce qui se vérifie dans le premier degré. La curieuse sensation de fourmillement déterminée par le courant dans la tête et jusque dans la périphérie, indique évidemment l'apparition d'un nouvel ordre de vibrations.

« L'expérience de tous les jours, continuée pendant trente ans, démontre que ce changement d'état vibra-

toire peut être assez faible pour n'altérer ni le mouvement ni la sensibilité.

« A l'étude de ce premier degré se rattache un problème aussi intéressant que difficile.

« L'altération de l'état vibratoire, indiquée par la sensation de fourmillement, se vérifie-t-elle à la fois dans les nerfs moteurs et dans les nerfs sensitifs ou simplement dans les nerfs moteurs ?

« Je crois, pour ma part, qu'elle a lieu à la fois dans les deux systèmes : les nerfs de chaque espèce sont aussi bons conducteurs les uns que les autres.

« Mais, alors, autre difficulté.

« Le courant pénétrant dans les deux systèmes, son accroissement semble devoir être également réparti dans les deux.

« Pourquoi donc ce surcroît de quantité ou de tension ne produit-il sur le système sensitif aucun effet visible, tandis qu'il suspend complètement tout le système moteur ?

« La seule explication possible se trouve, à mon avis, dans la différence de potentiel qui existe entre les deux systèmes, ainsi que dans les conditions anatomiques de leurs centres respectifs. Les cellules des nerfs sensitifs, servant à des fonctions d'un ordre plus élevé, supposent un état vibratoire beaucoup plus intense, plus parfait, plus compliqué, en vertu de cette loi de la nature, qui adoucit les transitions entre les différents règnes jusqu'à des limites qui nous étonnent.

« De plus, j'ai constaté que le passage du 2° au

3^e degré exige toujours une augmentation notable dans la tension plus encore que dans la quantité du courant électro-anesthésique.

« Il suffit d'un simple coup d'œil sur l'anatomie du bulbe rachidien, l'origine des pédoncules cérébelleux inférieur et moyen (SAPPEY, Anat. descr., fig. 73-491) et celle des pédoncules cérébraux (Fig. 492 et 494) pour comprendre que, même abstraction faite de toute différence de potentiel, les parties motrices offrent à l'action électro-anesthésique un champ plus vaste et plus rapproché que les autres (appliqué sur la nuque en règle générale).

« L'expérience confirme pleinement ces données anatomiques en nous montrant le cervelet, régulateur du système moteur toujours anesthésié avant le cerveau, dont les circonvolutions concourent à l'activité des fonctions sensitives internes (Voir BEAUNIS. Physiologie, expérience de la suppression du cervelet chez les colombes).

« Ainsi donc, bien que le courant électro-anesthésique pénètre, dès le premier degré, dans les deux systèmes sensitif et moteur, son augmentation, au second degré, ne suspend que les fonctions du mouvement et non celles de la sensibilité, à cause du potentiel moins élevé du système moteur, et aussi à cause du voisinage du cervelet, par rapport au point d'application de l'appareil électro-anesthésique.

« Mais, comme le dit le physicien anglais Tyndall, la nature est pleine d'anomalies qu'on ne saurait nullement indiquer a priori et que l'expérience seule peut

révéler. Toute exception à une règle entraîne à sa suite d'autres exceptions. Or, la suspension générale de la motricité au second degré de l'anesthésie présente une exception, même dans les cas purement physiologiques. La loi de l'anesthésie est sur un point contrariée par une autre loi. Le patient, devenu par l'application, complètement immobile et inerte, conserve cependant l'usage de la parole, et peut, bien qu'avec difficulté, ouvrir et fermer les paupières.

D'où vient cette anomalie ?

Ou bien les nerfs moteurs de la langue et de la paupière sont complètement inaccessibles à l'action du courant (ce qui est absolument improbable puisque, dans certains cas pathologiques, les nerfs moteurs de la langue sont les premiers atteints), ou bien (et c'est là la seule explication satisfaisante) ces nerfs moteurs de la langue et de la paupière offrent au courant une plus grande résistance.

Mais alors, d'où vient cette plus grande résistance? ou bien d'une structure particulière de ces nerfs, ce qui est évidemment faux, ou bien de leur anastomose avec les nerfs sensitifs ou végétatifs d'un potentiel plus élevé. En effet, de même que certains nerfs deviennent sensibles par suite de leur anastomose avec des nerfs sensitifs et végétatifs, les nerfs moteurs de la langue et de la paupière peuvent acquérir une plus grande force de résistance au courant électro-anesthésique. C'est ce que confirme l'étude anatomique du nerf trijumeau et des autres nerfs, dont dépend le mouvement des paupières à l'usage de la

parole; d'après cela, la loi qui vient modifier sur ce point celle de l'électro-anesthésie ne serait autre que celle-ci. Le potentiel est plus élevé dans le système végétatif que dans le système sensitif, et dans celui-ci plus que dans le système moteur. La cause occasionnelle de la rencontre des deux lois est l'anastomose des différents nerfs. »

Or, dans l'expérience d'Oersted (voir page 32), le solénoïde fixe l'aiguille et l'oriente suivant ses lignes de force. Si on substitue à l'aiguille les molécules nerveuses qui sont polarisées, elles seront fixées elles aussi et amenées dans une orientation déterminée. Un champ électrique agirait comme un champ magnétique dans les cas des molécules du tissu vivant.

Pour avoir un champ électrique à lignes de force parallèles, Araya construit donc un appareil comportant deux courants parallèles et de même sens. Et comme il avait cru remarquer que des lois de géométrie et de symétrie liaient les phénomènes moléculaires et les phénomènes électriques, il disposa les électrodes suivant une figure géométrique et symétrique, un rectangle rigoureusement, mathématiquement parfait ⁽¹⁾.

L'orientation que l'appareil d'Araya impose aux molécules serait justement celle qui détermine l'anesthésie, le sommeil, c'est-à-dire une inhibition plus ou moins complète. Lorsqu'il les abandonne à

(1) Cette condition était d'ailleurs indispensable pour avoir des lignes de force parallèles, et encore ne le sont-elles qu'au centre du champ.

elles-mêmes, elles retournent à leur orientation précédente, mais si elles avaient une orientation pathologique, elles finiraient par la perdre pour retourner à leur orientation normale.

Pour expliquer la propagation de son courant (voir pages 37 et 38), il admet qu'il existe dans le bulbe un centre (foyer central de la sensibilité) d'où part un courant nerveux spécial qui circule d'arrière en avant, c'est-à-dire du cervelet ou du bulbe vers les circonvolutions frontale, puis retourne au bulbe par d'autres fibres. C'est cette circulation que suivrait son courant qui se substituerait à elle en suivant la même voie. Une autre circulation largement anastomosée avec la première (analogie avec la grande et la petite circulation du sang) comprendrait la moelle et les nerfs périphériques, une troisième le système neuro-végétatif. Ceci expliquerait la surabondance du fonctionnement dans ce système lorsque la circulation est suspendue dans les autres.

Ces circulations, qui n'en font qu'une en réalité, auraient préexisté à l'état embryonnaire et auraient présidé à l'organisation histologique du système nerveux, puisque la fonction précède l'organe.

Ayant admis ces hypothèses, il en conclut, comme Prochaska, que les maladies fonctionnelles du système nerveux sont liées à un trouble de l'orientation des molécules du système nerveux, et par suite de la circulation du mouvement vibratoire nécessaire à la vie.

En résumé, pour Araya (1880) :

1° Il existe dans le système nerveux un courant spécial de nature électrique circulant du bulbe aux circonvolutions frontales d'une part, de la moelle à la périphérie d'autre part, enfin dans le système neuro-végétatif. Les trois circulations sont distinctes quoique largement anastomosées. Leur point de départ est dans un centre spécial (foyer central de la sensibilité).

Ce courant nerveux a présidé à la formation de l'être vivant et il entretient le mécanisme de la vie.

2° « *Lorsque les facultés sensitivo-motrices ont été partiellement ou totalement suspendues, cet état se compense de lui-même par une augmentation d'activité des fonctions involontaires, dépendant du système neuro-végétatif* » (augmentation de l'intensité de la circulation nerveuse dans ce système.)

3° « *Tout phénomène d'anesthésie consiste dans une modification d'accélération ou de retard du mouvement vibratoire qui constitue la force nerveuse.* »

4° « *Le champ électrique, formé par deux courants induits parallèles et de même sens, et deux courants diagonaux, se croisant au centre d'un rectangle formé par les électrodes qui sont leur point de départ; transforme le courant induit, qui constitue chaque courant composant, en une autre force électrique spéciale (inconnue de la science.)* »

« *Ce courant spécial appliqué sur le bulbe rachidien ne produit pas d'action excitante réfléchie ou diffuse, mais au contraire il est essentiellement anesthésique, court dans une direction fixée et déterminée dans le cerveau et à l'intérieur de tout le reste du sys-*

tème nerveux suivant sa direction naturelle, et manifeste son action principalement aux points malades du corps du patient. »

5° Pour un sujet donné, une intensité et un voltage donnés détermineront des phénomènes d'inhibition de qualité et de quantité constantes.

6° L'état d'inhibition est détruit par l'application d'un seul courant induit ordinaire d'intensité et de voltage identique à ceux du courant qui a produit le sommeil (*courant anti-électro-anesthésique*) croisant la moelle au niveau de la 3^e vertèbre cervicale).

7° Ce courant spécial est le remède spécifique de toutes les maladies nerveuses et mentales qui consistent en une perturbation locale ou générale de la circulation vibratoire du système nerveux, même quand il y a altération des autres tissus, pourvu qu'il n'y ait pas de lésion organique qui empêche le rétablissement et l'équilibre de la circulation nerveuse.

En cas de récédive, l'affection est moins intense et moins rebelle. « *En effet, de même que la cristallisation consiste dans l'orientation des particules des corps dans un sens déterminé* (et déterminé sans doute par l'état électrique des molécules), *de même la guérison des maladies mentales et nerveuses fonctionnelles consiste dans l'orientation des molécules des cellules nerveuses dans un sens déterminé.* » (également en relation avec leur état électrique).

8° Ce courant spécial ne guérit les affections fonctionnelles du système nerveux qu'après en avoir reproduit temporairement les symptômes atténués (le

sommeil est équivalent à une crise comitiale). D'où l'analogie avec l'immunité conférée par les vaccins. En effet, il a observé que la récurrence des affections guéries ne survient qu'au bout d'un temps variant entre quatre et trente ans ; il admet une immunité temporaire contre les causes de ces affections.

Les considérations exposées au paragraphe 2 indiquent, selon Araya, pourquoi la guérison par son courant n'est pas toujours instantanée. Très souvent, en effet, l'irritabilité nerveuse provient de causes infectieuses ou d'autres causes qui ne sont pas combattues par ce courant qu'indirectement et en vertu de la compensation physiologique dont il a été question au paragraphe 2. « *Quelquesfois, par exemple, l'irritation nerveuse du système sensitivo-moteur et l'aliénation mentale tirent leur origine d'un désordre profond dans les fonctions de nutrition générale (Esquirol) ou sont accompagnées de ce désordre.* »

CHAPITRE III

ARGUMENTATION

LES FAITS

Action comparée du courant d'Araya et des courants usuels

Le courant d'Araya présente avec les courants usuels un certain nombre de points communs. Cependant, son action est bien particulière.

Le courant faradique a une action surtout excitante sur les divers appareils de l'organisme animal. Il détermine un tétanos physiologique qui dépend de la fréquence du courant, débutant vers 30 intermittences par seconde, pour cesser entre 2.500 et 3.000, le muscle n'étant plus capable d'entrer en résonance avec le courant. Dans ces limites il ne cesse que lorsque le muscle est épuisé, aussi des applications répétées d'un pareil courant conduisent-elles rapidement à l'atrophie musculaire. Ce courant détermine des phénomènes vaso-moteurs intenses mais très localisés au voisinage du point d'application. De même la sensation qu'il détermine reste localisée aux environs du point d'application, sauf si on l'applique avec une

forte tension sur le trajet d'un tronc nerveux; dans ce cas il peut déterminer une sensation de fourmillement sur le trajet de ce nerf. On pourra aussi parfois avoir cette sensation dans les troncs nerveux compris dans le plus court trajet entre les deux électrodes.

Le courant d'Araya a une action surtout inhibitrice et cette action se fait sentir à distance, et à une distance constante et rigoureusement proportionnelle pour un sujet donné, au voltage et à l'intensité. Le sens de cette action est, lui aussi, rigoureusement déterminé, il suit le sens anatomique (de l'origine centrale à la périphérie). Le tétanos physiologique qu'il détermine cesse plus ou moins rapidement, mais avant, semble-t-il, qu'il y ait fatigue physiologique, surtout s'il agit sur un tronc nerveux malade : aussi, malgré des applications quotidiennes assez prolongées on n'a jamais observé d'atrophie musculaire : s'il détermine des phénomènes vaso-moteurs, ils sont très légers. (Le sujet accuse parfois une sensation de chaleur ou de froid généralisée). Enfin, il diffuse de préférence le long des troncs nerveux, et de préférence encore dans ceux qui sont le siège d'une névralgie ou dont le territoire présente une affection douloureuse.

Le courant faradique suit, lui aussi, les troncs nerveux parce qu'ils ont une résistance électrique moindre que celle des autres tissus. Mais, en général, il ne marque aucune prédilection pour les nerfs douloureux, et suit toujours le chemin le plus court. Cependant, nous avons vu chez une malade souffrant

de torticolis et de névralgie diffuse du bras droit le phénomène suivant : l'électrode reliée au pôle positif d'une bobine de Ruhmkorff étant dans sa main gauche, l'opérateur tint l'électrode négative dans une main, et appliqua l'autre au niveau du côté droit du cou de la malade. Celle-ci sentit alors un léger fourmillement dans tout le bras droit et jusqu'au bout des doigts. Mais il s'agit là d'un fait exceptionnel, c'est la règle pour le courant d'Araya.

Lors d'applications locales au niveau de la fesse, nous avons remarqué de larges ondes de contractions cheminant sous la peau, absolument comparables à des mouvements péristaltiques, régulièrement rythmés, à raison d'une ou parfois de deux par seconde ⁽¹⁾.

Or, la fréquence des ondes envoyées par la bobine était de 50 par seconde. Dans ces conditions, nous croyons qu'avec le faradique ordinaire on observe jamais que la tétanisation.

A la nuque, tout près du bulbe, l'homme supporte parfaitement un voltage et une intensité qui seraient insupportables avec le faradique ordinaire.

Enfin, après une courte période d'excitation se traduisant par le réveil d'une douleur, on obtient une action anesthésique que ne produit jamais le courant faradique. Nos expériences sur les petits animaux (voir chapitre V), qui sont des réactifs beaucoup plus sensibles que l'homme pour la force employée, permettent de voir des différences très tranchées.

(1) Peut-être étaient-elles dues à des irrégularités du débit qui nous échappaient ?

Le courant galvanique détermine au point d'application une vive rougeur (parfois même des phlyctènes si l'on prolonge l'expérience), des picotements et une chaleur plus ou moins marquée suivant le pôle envisagé. Ces phénomènes se font sentir dans le territoire du nerf si on applique le courant sur le trajet d'un tronc nerveux.

Au point d'application, on a une sensation de pression très nette qui diminue et disparaît bientôt, comme s'il y avait « *fatigue des nerfs sensitifs* ». Appliqué sur la joue, il détermine de la salivation et un goût métallique dans la bouche. Sur les tempes il détermine un malaise avec vertige et nausées : les objets semblent tourner autour du patient, la tête s'incline et tourne vers le pôle positif. On observe du nystagmus. C'est le vertige voltaïque.

Le courant d'Araya, s'il laisse intacts les téguments sur lesquels on l'applique, détermine aussi une sensation fugace de pression, de striction et parfois de picotement.

Le fourmillement se fait sentir aussi dans le territoire du nerf. Parfois l'anesthésie est insignifiante ou nulle chez un sujet sain. Il faudrait, sans doute, augmenter la force du courant pour l'obtenir. Il y a de grandes variations individuelles, mais dans les conditions de nos expériences nous n'avons obtenu des résultats marqués que dans des cas pathologiques. Jamais il ne détermine de salivation et de goût métallique quand on l'applique sur la joue. « La sensation éprouvée est un grand engourdissement et surtout

dans le cas de névralgie faciale, celle de « visage de bois ». Jamais il n'y a de vertige si on l'applique sur la tête.

Le sommeil électrique d'Araya et celui de Leduc

Comparons maintenant le sommeil produit par le courant d'Araya à celui qu'obtient Leduc. Les procédés sont analogues. Il s'agit, en effet, dans les deux cas, d'un courant interrompu avec une fréquence modérée. Leduc utilise directement le courant galvanique, et Araya modifie ce courant à l'aide d'une bobine d'induction, mais le principe des petits chocs fréquemment répétés est le même. Cependant, les électrodes de Leduc sont très écartées, le courant ne diffusant qu'entre elles et non en dehors d'elles comme dans le procédé d'Araya. Le courant de Leduc va de la tête vers le dos : celui d'Araya en sens inverse. L'action de l'un cesse dès que les électrodes sont retirées, celle de l'autre persiste lorsque l'appareil est enlevé. L'impression pénible du début diminue pour Leduc même avec l'augmentation de la force électromotrice, le courant d'Araya provoque, quoique faiblement, une recrudescence de cette sensation à chaque augmentation de l'intensité et du voltage.

Les premiers phénomènes qui précèdent le sommeil sont, dans les deux cas, très voisins, mais le fourmillement arrivé aux orteils. C'est le centre du

langage qui se paralyse le premier chez Leduc : pour Araya c'est le dernier.

Enfin le sommeil électrique produit par Araya chez l'homme se rapproche davantage, semble-t-il, du sommeil physiologique que celui produit par Leduc, puisque bien souvent il n'y a pas de crise de contraction, et qu'alors le malade s'endort graduellement et tranquillement pour présenter ensuite un sommeil et un réveil semblables au sommeil et au réveil physiologiques.

La propagation du courant d'Araya

D'autres problèmes sont posés par le mode de propagation de ce courant lorsqu'on l'applique au niveau de la nuque. La sensation de fourmillement qui révèle sa présence chemine en effet de la nuque vers les bosses frontales, elle s'accompagne d'anesthésie plus ou moins prononcée du cuir chevelu. Le courant diffuse donc dans les téguments du crâne. Cependant s'il y a une lésion organique cérébrale, la sensation s'arrête en un point déterminé et elle s'y arrête définitivement. De l'autre côté, elle peut passer jusqu'au front, si la lésion est unilatérale. D'autre part, si tout ou partie du trijumeau droit par exemple, est le siège d'une névralgie, la sensation poursuit sa marche, et envahit toute l'hémi-face droite, ou seulement la région correspondant à la branche lésée s'il n'y en a qu'une. La diffusion du courant de la nuque aux

bosses frontales peut être divisée en deux temps plus ou moins nets : l'un qui correspond à l'envahissement de la zone cutanée, sous la dépendance du plexus cervical (zone postérieure, l'autre à la zone du trijument de la zone cutanée sous la dépendance du plexus tronc nerveux lésé (car il faut bien admettre qu'un nerf atteint de névralgie présente une lésion) il y diffuse de préférence, à condition bien entendu, que cette lésion ne soit pas une solution de continuité (section ou dégénérescence).

Lorsqu'il s'agit d'une région douloureuse ou déformée par rhumatisme, le courant y diffuse au contraire très difficilement. On observe une lenteur remarquable dans la progression du courant dans les nerfs. Il faut employer une force considérable pour l'obtenir.

La sensation de fourmillement tourne parfois autour d'une zone douloureuse fixe, mais elle ne peut pas y pénétrer. Lentement elle attaque cette zone qui fond peu à peu. Fait remarquable, le terrain gagné n'est jamais reperdu. Il est également remarquable que l'organisme s'accoutume à ce courant et que des doses insupportables au début sont parfaitement tolérées au bout de quelques jours, parfois de quelques instants.

En un point, une petite lésion d'intoxication, ou d'œdème inter-fasciculaire par exemple, détermine une zone où le conducteur est modifié dans sa structure. De même, le filament d'une lampe électrique constitue une portion de circuit d'une nature particulière. A ce niveau, dans la lampe, par suite de l'aug-

mentation de résistance, la vibration électrique se transforme en vibration thermique et lumineuse. Dans le nerf une zone semblable déterminerait un point douloureux. Le courant d'Araya agirait alors comme un massage rétablissant le cours normal du passage des influx en libérant le circuit des résistances interpolées.

Ou bien : Si dans une certaine zone le courant n'est pas senti, on peut le considérer comme un point rétréci d'un canal. Le courant constitue alors une sorte de cathétérisme en faisceau qui réussit à passer, mais en très petite quantité, non perçue d'abord par le sujet, puis en plus grande masse.

Considérons maintenant un épileptique ou un hystérique : arrivée aux bosses frontales la sensation révélatrice du courant (c'est-à-dire le courant ?) gagnera la moelle cervicale, *et il ne la gagnera jamais qu'après avoir atteint les bosses frontales* (si l'on maintient l'orientation de l'appareil dans le sens convenable, c'est-à-dire les électrodes positives vers les épaules, les négatives vers le crâne).

Il diffusera ensuite dans le tronc et dans les membres, en suivant les troncs nerveux et en marquant toujours sa prédilection pour ceux qui sont le siège d'un trouble fonctionnel ou dont le territoire contient une lésion douloureuse.

Ce phénomène, qui a été observé dans d'autres cas que ceux des épileptiques et des hystériques, est un fait d'observation absolument certain et constant. Il nécessite incontestablement une théorie. Par quelle

voie s'opère cette diffusion dans la tête ? Et quelles relations lie les téguments du crâne à cette voie ?

Araya admet que le courant pénètre dans les cordons postérieurs au niveau du point d'application, qu'il chemine par la voie sensitive jusqu'aux circonvolutions frontales. Puis, revient par les voies motrices et se répand par elles dans tout l'organisme. Le circuit serait fermé aux extrémités terminales des nerfs mixtes. Le retour vers le point de départ bulbaire se faisant par les voies sensibles. La théorie histologique d'Apathy et Bethe, admettant un système nerveux en circuit fermé, permet d'envisager cette hypothèse. Chez le sujet normal, les résistances formées par les cellules ne seraient pas franchies dans les conditions des expériences d'Araya. Elles pourraient l'être chez les épileptiques. Le courant suivrait ainsi le sens qu'Araya assigne à sa circulation nerveuse ⁽¹⁾. Cela permettrait d'expliquer l'arrêt de la propagation, causée par une lésion de discontinuité siégeant dans le cerveau entre la nuque et le front.

D'autre part, il est difficile d'admettre une diffusion exclusivement dans les téguments, à cause de l'affinité du courant électrique pour la voie nerveuse

(1) Mais une objection vient immédiatement à l'esprit. L'appareil d'Araya étant appliqué assez bas sur le cou, les électrodes positives vers le crâne, et les négatives vers les épaules, le courant descend le long de la moelle. Là comme plus haut, ce sont cependant les cordons postérieurs centripètes qui sont les plus proches. Si le courant d'Araya les emprunte, comme il est logique de le penser, il y chemine en sens inverse du sens de la circulation (?)

moins résistante. Araya affirme que le courant se propage dans l'encéphale et non dans les téguments et les filets nerveux superficiels.

Nous exposerons dans la troisième partie de ce travail des faits qui nous semblent en faveur de cette conception.

LES HYPOTHÈSES

1° Nature électrique de l'influx nerveux

Tout d'abord, Araya admet la nature électrique du courant nerveux. Cette hypothèse n'est pas neuve et nous avons vu que divers auteurs l'avaient émise. Il croit trouver des arguments dans l'étude : 1° des poissons électriques; 2° des modifications histologiques de la cellule nerveuse en état de sommeil.

LES POISSONS ÉLECTRIQUES ⁽¹⁾

En réalité ni Araya, ni Leduc, ne peuvent se vanter d'avoir les premiers produit le sommeil électrique chez l'animal. Cette gloire revient à la Torpille.

Depuis fort longtemps, les pêcheurs méditerranéens connaissent cet animal qui engourdit leurs mains par l'intermédiaire du filet, et qui, à travers l'eau, endort sa proie pour la capturer. Pline, Ambroise Paré s'extasiaient sur cette propriété, qui a d'ailleurs valu son nom à l'animal (torpille vient du latin *torpere*

(1) Nous devons à l'obligeance du Dr. Pellegrin, du Museum, nos renseignements sur les mœurs des poissons électriques et la bibliographie concernant cette question.

par l'intermédiaire de mots italiens). Il existe^d de nombreuses races de poissons électriques. Les principales sont constituées par diverses espèces exotiques dont les mieux connues sont :

Torpedo marmorata, *gymnotus electricus*, et *malaptérurus electricus*.

Prenons comme type de description l'appareil de la torpille (*raya torpelo*). Il se compose de deux portions semblables, symétriquement placées de chaque côté de la tête, chacune d'elles étant composée d'un grand nombre de prismes de forme hexagonale, rangés parallèlement les uns à côté des autres, comme les alvéoles d'un rayon de miel, et dont l'une des extrémités repose sur les téguments sus-jacents, l'autre reposant sur les téguments sous-jacents.

Chaque prisme est formé de petits compartiments séparés par des diaphragmes perpendiculaires à sa direction et contenant un liquide albumineux. Quatre faisceaux nerveux partant du 4^e lobe du cerveau (lobe électrique) viennent s'y ramifier (seulement sur la face inférieure du diaphragme). Ce diaphragme ou lame électrique se compose de fibres musculaires transformées, intimement unies à une plaque nerveuse identique à une plaque motrice. Au moment de la décharge la face inférieure sur laquelle s'étale les terminaisons nerveuses est électro-négative, l'autre électro-positive. L'organe est l'homologue d'un muscle. Comme tel, il fonctionne soit au moyen de la volonté, soit au moyen d'arcs réflexes.

Les nerfs coupés, il cesse de fonctionner ⁽¹⁾. L'excitation du bout périphérique des nerfs, ou celle du lobe électrique du cerveau l'actionnent. Chez le gymnote, les nerfs pénètrent au nombre de plus de deux cents dans l'organe électrique qui est longitudinal. Ils tirent leur origine de la moelle, et probablement ont des rapports étroits avec les cornes antérieures qui sont très développées chez ces animaux.

Il est très remarquable que les nerfs électriques du malapterure sont formés de chaque côté par une seule fibre nerveuse gigantesque, sortie d'une cellule nerveuse colossale, située dans le voisinage du 2^e nerf cervical, et qui s'étend jusqu'à l'extrémité de la queue en se ramifiant sur tout son parcours.

Certains poissons, mormyrus et gymnarchus, possèdent des organes électriques rudimentaires, donnant de très faibles décharges, et dans lesquels on retrouve la métamérisation des groupes musculaires. Ils constituent une forme de transition permettant de saisir la transformation du tissu musculaire en tissu producteur d'électricité. On ignore le mécanisme des différences de potentiel ainsi créés.

Les organes producteurs d'électricité de ces animaux ont une structure rigoureusement géométrique et symétrique qu'on peut comparer à l'organisation

(1) Il ne s'agit que du fonctionnement volontaire ou réflexe. Les expériences de F.-A. Moreau ont montré que, tous les nerfs étant coupés, on pouvait obtenir des décharges par excitation du bout périphérique des nerfs.

d'un cristal ⁽¹⁾. C'est une des raisons pour laquelle

(1) Il nous a semblé intéressant d'évoquer ici les minéraux piézo-électriques. Notre ami Jean Jammet a bien voulu nous communiquer à ce sujet la note suivante :

« En 1882, Curie découvrit que sous l'action de pressions ou de tractions, certains cristaux s'électrisent (on les appelle cristaux piézo-électriques), et, sans entrer dans de longs développements, on peut dire que cette électrisation est due à la dissymétrie du cristal, et que les cristaux à centre ne sont pas piézo-électriques. En effet, une compression ou une extension, qui est ce qu'on appelle mathématiquement un « tenseur », ne peut y engendrer une différence de potentiel qui est un « vecteur ». La pression, en effet, n'a pas de sens par elle-même, et la polarisation électrique en a un. On démontre alors que sur les 24 classes de cristaux n'ayant pas de centre, il y en a 20 qui sont piézo-électriques, l'hémiédrie énantiomorphe du système cubique faisant exception.

« Les cristaux donnant les meilleurs résultats sont le quartz, la tourmaline, le sel de Seignette (tartrate sodico-potassique), etc. Si l'on prend le quartz, on taille dans un cristal, suivant son axe optique, un prisme droit. Si l'on exerce une traction ou une compression perpendiculairement à cet axe, c'est-à-dire suivant un axe binaire ou normalement à cet axe binaire, il apparaît sur deux des faces parallèles à l'axe optique, une polarisation électrique qui est proportionnelle à la pression, et ne dépend pas de la distance entre les faces. Enfin, les quantités d'électricité apparaissant sur les faces opposées, sont égales et de signe contraire. L'électricité n'est pas à proprement parler « dégagée », elle apparaît en effet sur la surface sans pouvoir s'en dégager, mais peut, par influence, attirer des quantités d'électricité égales et de signe contraire à la surface du conducteur qui recouvre la face du cristal, en formant ce qu'on appelle une « couche double », et par suite charger ce conducteur. Pour la tourmaline, les expériences ont porté principalement sur des cristaux taillés normalement à l'axe ternaire, et comprimés suivant cet axe.

Mais ce phénomène n'est pas le seul intéressant, dans cet ordre d'idées, et une polarisation électrique crée un allongement, ou un raccourcissement du cristal, le phénomène est donc réversible. (Lippmann.)

Il n'est peut-être pas complètement romantique de comparer ces contractions d'un cristal sous l'influence d'un champ électrique à celle du muscle sous celle de l'influx nerveux, et la réversibilité du phénomène peut être envisagée, puisque l'organe producteur d'électricité des poissons est un muscle transformé.

Le phénomène de pyro-électricité est analogue; il a lieu lorsqu'on chauffe certains cristaux : tourmaline, topaze, acide tartrique, sucre, etc..., en prenant la précaution de maintenir la température uniforme (Cf BouASSE, *Cours de Physique*, 6^e partie. *Etude des symétries*).

Il existe, d'après les calculs théoriques 10 classes de cristaux susceptibles de présenter le phénomène de pyro-électricité ».

Araya, désirant agir sur l'état électrique des molécules du système nerveux, voulut un courant produit par un appareil de forme géométrique et symétrique et disposa ses électrodes en un rectangle parfait.

LE SOMMEIL

Dans son ouvrage : « La fonction du sommeil », A. Salmon, de Florence, étudiant le mécanisme de la disparition des fonctions sensitivo-motrices, constate la chromatolyse dans les cellules nerveuses de l'animal fatigué. Il en tire une hypothèse sur laquelle s'appuie Araya. En voici une brève analyse : La substance chromatique des cellules nerveuses est un complexe colloïdal d'albumine. Ces substances ne permettant pas le passage du courant électrique, la conductivité de leurs solutions dépend de leur teneur en électrolytes. Les éléments de Nissl sont des colloïdes contenant fort peu d'électrolytes, ils sont donc mauvais conducteurs. On peut comparer la gaine de myéline à une bouffe isolante, la gaine de Swann à une enveloppe protectrice, le cylindre axe à un fil conducteur, ainsi que les réseaux de fibrilles nerveuses. Le courant nerveux et le courant électrique se transmettraient suivant la loi d'Ohm (?).

La vibration électrique et la vibration nerveuse sont donc tout à fait comparables. Les corpuscules de Nissl assurent l'isolement dans les cellules. S'ils sont dissous, les fibrilles ne sont plus isolées et il ne peut y avoir de courants. D'où le sommeil.

LE CHOC NERVEUX

Il nous a semblé que l'étude des modifications de la cellule nerveuse en état de choc apportait un argument de plus dans le même sens. Car l'électricité donne des phénomènes de choc, quand elle n'est pas prudemment dosée.

On trouve, en effet, dans le cerveau des animaux en état de choc, une chromatolyse péri-nucléaire et périphérique des cellules nerveuses. Le protoplasma est creusé de vacuoles, les prolongements protoplasmiques sont fragmentés (Parascandalo cité par Roger). D'après Austin, les grandes frayeurs déterminent les mêmes lésions que les grands traumatismes. D'après Crile, les individus morts de chocs, de fatigue, d'épuisement (lapins, renards forcés), présentent la chromatolyse. Cet auteur montre que les altérations nerveuses sont en rapport avec une transmission nerveuse et non sanguine. En effet, il établit une circulation croisée sur deux chiens, en abouchant carotides et jugulaires de telle manière que la tête de l'un A reçoive le sang de l'autre B. On détermine sur A un violent choc, c'est dans son cerveau qu'on retrouve les altérations caractéristiques, celui de B restant normal.

En résumé : la manifestation extérieure la plus sensible du choc nerveux est l'inhibition plus ou moins totale des divers appareils et des cellules qui les composent.

Les lésions sont produites par un trouble transmissible par voie nerveuse.

Cependant, d'après Crile, la douleur, l'angoisse, le travail musculaire, l'anesthésie par le chloroforme ou l'éther produisent des modifications sanguines dont le résultat est de réduire les différences de potentiel entre les différentes parties de l'organisme. Si elles étaient suffisamment marquées, les différences de potentiel toucheraient à zéro, ce serait la mort.

Il s'agit encore là d'un phénomène électrique. Ne peut-on penser que le choc nerveux est en rapport avec une diminution ou une disparition de la conductibilité, arrêtant une vibration de nature électrique ?

Un dernier argument : l'étude de la sommation des excitations a conduit Nernst à faire l'hypothèse suivante : l'excitation locale, produite en un tissu par un courant excitateur, est une concentration d'ions. Hill montre qu'on peut calculer la relation nécessaire entre l'intervalle indispensable à la sommation et la vitesse de diffusion des ions concentrés, ce qui semble vérifier l'hypothèse de Nernst. Ne peut-on conclure que le mécanisme de l'excitation (source d'influx nerveux) est une augmentation des différences de potentiel des molécules nerveuses en un point donné, augmentation qui se transmet de proche en proche, de molécule à molécule et qui constituerait l'influx nerveux ? Il serait de nature électrique dans cette hypothèse.

2° La circulation nerveuse

Ensuite, Araya suppose, *dans le système nerveux, une circulation permanente analogue à la circulation du sang*. Cette fois, nous croyons l'hypothèse nouvelle ⁽¹⁾. Nous n'avons trouvé dans les notes d'Araya aucun argument en sa faveur ; elle lui a été suggérée par le mode de progression de son courant appliqué sur la nuque. Nous avons vu que, constamment, il gagne d'abord la région frontale, avant de gagner la moelle, puis le tronc, etc. Il ne diffuse ailleurs que dans des cas pathologiques ⁽²⁾. Il considérerait ce fait comme une preuve suffisante. On peut cependant en trouver d'autres :

Les travaux de Piper, Veszi, Dittler et Gunther ont établi que toute activité, si petite soit-elle, des fonctions motrices du système nerveux, est constituée par des trains de courant se suivant l'un l'autre en succession rapide. Or, l'activité du système nerveux est constante à l'état normal. En effet, le système musculaire est dans un état de tonus permanent.

L'inhibition centrale comporte l'abolition de ce tonus (sauf si elle ne porte que sur le cerveau, auquel cas il y, au contraire, accroissement du tonus). La section d'un nerf l'abolit. La compression l'exagère

(1) Cependant n'est-ce pas ainsi que Descartes conçoit le fonctionnement du système nerveux, lorsqu'il nous parle des *esprits animaux* à l'Article X des « Passions de l'Âme » dans le discours de la méthode ?

(2) Parfois, cependant, dans les nerfs crâniens, mais jamais ailleurs normalement.

ou l'abolit, suivant le degré ; produisant ou une solution de continuité ou une excitation locale.

En permanence aussi, le système nerveux exerce une action trophique. Il y a donc, en permanence, succession rapide d'ondes nerveuses. La conception histologique d'Apathy et Bethe (au moins aussi vraisemblable que celle du neurone) permet de concevoir une circulation en circuit fermé. Dès lors, cette succession rapide d'ondes nerveuses n'est-elle pas comparable à la succession rapide des ondes systoliques dans le système circulatoire ? On ne peut guère admettre une circulation absolument continue, puisque chaque onde nerveuse laisse derrière elle une phase réfractaire, mais cette circulation discontinue est très admissible.

Les rôles antagonistes du cerveau et de la moelle sur le tonus semblent en faveur de la distinction qu'établit Araya entre la circulation cérébrale et la circulation médullaire, soit que l'on considère que la suppression de la circulation dans une partie du système l'augmente dans les autres (voir page 53), soit que l'on admette des rôles essentiellement antagonistes à ces deux organes.

Les influx volontaires ne seraient donc que des augmentations locales d'intensité, des renforcements de cette circulation. Le propulseur serait la cellule nerveuse créatrice des différences de potentiel qui se transmettraient de proche en proche. Les excitations locales agissant par le même mécanisme serviraient aussi de sources. Il faut admettre l'anastomose

de deux systèmes en circuit fermé : l'un moteur, avec une origine chimique et cellulaire des différences de potentiel, l'autre sensitif avec une origine mécanique et périphérique des différences de potentiel.

Etudions maintenant la période réfractaire qui suit dans un nerf le passage d'une onde nerveuse : l'expérience montre qu'un second stimulus arrivant très vite après le passage de l'influx nerveux est incapable de déterminer une seconde secousse dans le muscle. On peut concevoir cet état réfractaire comme une conséquence directe du courant électrique qui constitue la première excitation et comme parfaitement indépendant de l'influx, mis en mouvement par ce courant. Voici quelles sont les conclusions de Keith-Lucas qui a étudié ce problème : le passage d'un influx nerveux produit une condition qui pour un temps rend le nerf incapable de répondre à une seconde excitation :

1° Parce que le premier stimulus a mis le nerf hors d'état d'effectuer la modification locale nécessaire à l'ébranlement d'un influx.

2° Parce qu'il n'est plus capable de transmettre cet influx (expérience de Goth et de Bramwell et Lucas). Boycott, puis Adrian avaient aussi montré qu'après le passage d'un influx un nerf est incapable de conduire un autre influx pendant un certain temps.

Trendelenbourg montra que l'excitabilité locale revient peu à peu. Ce rétablissement est d'abord incomplet ; d'où une période réfractaire relative et une absolue.

La conductibilité se rétablit graduellement, mais l'arrêt n'est pas le même que celui qui est produit par un narcotique. Il y a diminution de l'intensité de l'influx. L'intensité du second influx devient de plus en plus grande à mesure que l'intervalle entre le second et le premier est augmenté (Adrian et Lucas).

Les mêmes auteurs ont montré que cette phase réfractaire était suivie d'une phase supernormale d'excitabilité et de conductibilité. Un stimulus isolé, un influx afférent isolé, peut déterminer dans le système nerveux central une série de décharges d'influx. Gotch et Burch ont observé les premiers ce phénomène dans l'organe électrique du Malapterure.

Keith-Lucas, après une analyse approfondie de la conduction, considère le système nerveux comme un « *réseau de conducteurs ayant différentes périodes réfractaires, communiquant entre eux à travers des régions de décroissance, et capable d'émettre toute une suite d'influx en réponse à un stimulus isolé* ».

Reprenons l'hypothèse de Nernst, pour expliquer la sommation des excitations. Elle suppose des stimuli tombant au même point pour qu'il puisse y avoir addition. Ce n'est pas toujours vrai, mais alors le premier influx, s'il n'arrive pas au muscle, favorise le passage de l'influx suivant. Lorsqu'il y a une cause quelconque arrêtant la continuité de la transmission entre l'élément nerf et l'élément muscle, par exemple curarisation légère, la première contraction

est plus forte que les suivantes et Lapicque parle de « *résidu de polarisation* ».

On a émis l'hypothèse que deux influx peuvent s'ajouter pour produire un résultat plus considérable.

Tous ces faits ne sont-ils pas en faveur d'un influx nerveux constitué par la transmission par influence de différences de potentiel capables de s'additionner ? La période réfractaire et la période supernormale ne peuvent-elles coïncider avec l'absence ou le passage de l'onde nerveuse analogue à l'onde systolique que nous avons supposée tout à l'heure ?

3° Structure intime du système nerveux

Nous arrivons maintenant à la troisième hypothèse d'Araya : le système nerveux est composé de molécules polarisés très mobiles, sensibles aux multiples influences électriques qui abondent dans les tissus vivants.

L'hypothèse de molécules bi-polaires servant à la conduction de l'influx comme celles d'un conducteur métallique conduisant l'électricité n'est pas neuve, et nous avons vu où Araya l'a puisée. Mais la conception de molécules semblables à des aiguilles aimantées est nouvelle, croyons-nous. Elle est séduisante pour expliquer de nombreux phénomènes ⁽¹⁾.

(1) Ainsi exprimée, elle peut être difficilement admissible ; mais on peut lui accorder la valeur d'une image ne préjugant pas le mécanisme exact du phénomène.

En effet, si le courant nerveux se propage bien comme nous l'avons supposé, comment expliquer que : la source fonctionnant, et l'intégrité histologique du conducteur étant parfaite, il y ait cet arrêt ou diminution de la propagation dans certaines circonstances ? Cela devient facile, si nous supposons que les molécules, qui se correspondaient pôle à pôle normalement, ont été brusquement déviées et ne correspondent plus. Elles ne peuvent plus transmettre leurs charges par influence, le courant est arrêté.

Examinons dans quelles circonstances on observe le phénomène de l'arrêt de la transmission avec conservation de l'intégrité apparente du conducteur et une source fonctionnant.

Symes et Velej ayant traité localement un nerf moteur avec de la cocaïne ou de la stovaïne ou d'autres anesthésiques, trouvèrent que, quand un stimulant appliqué au-dessus de la région anesthésiée n'amenait pas de contraction dans le muscle, on avait beau augmenter plusieurs centaines de fois la force du stimulant, aucune contraction n'en résultait.

Comment agit l'anesthésique ? Serait-ce en augmentant la résistance du nerf ; il serait bien curieux qu'il l'augmentât à ce point. Tandis que si on admet une discontinuité par suite de la déviation des molécules, il est évident que le courant ne passera jamais. Cependant, il arrive qu'un courant nerveux réussisse à franchir la zone d'anesthésie. Dans ces conditions, le stimulant plus fort donne-t-il naissance à un influx mieux conduit que le stimulant plus faible ? Il devrait

en être ainsi en cas d'augmentation de résistance sous l'action du narcotique. Or, Adrian a établi que dans les fibres les moins excitables l'influx n'est pas mieux conduit quand on augmente le stimulus que quand la force de ce dernier est juste suffisante pour exciter ces fibres. Il a établi également que la contraction progressive du muscle résulte seulement du nombre de fibres mises en jeu. Il faut donc conclure que, dans le cas de l'anesthésie, le courant peut passer parce que quelques fibres ont échappé à l'action de l'anesthésique.

La théorie de la résistance est entamée par ces conclusions, mais non celles de la déviation moléculaire.

Wedensky considère l'inhibition locale comme un arrêt de transmission.

Soumettant un nerf à la narcose locale, à une forte solution de chlorure de sodium, à une élévation de température de 40 ou 45°, à un fort courant continu, il produisait dans le nerf ce qu'il appelait une « terminaison nerveuse artificielle », une zone difficile à franchir par le courant nerveux.

Fröhlich montra que l'asphyxie ou la narcose prolongent la période réfractaire du nerf.

Nous avons vu dans l'étude des modifications histologiques de la cellule, qu'on pouvait expliquer le phénomène du sommeil et celui du choc (le phénomène de l'inhibition en général) par un arrêt de la conductibilité électrique. Mais cette étude ne s'oppose nullement à ce que le mécanisme intime soit celui

que veut Araya. Le chromatolyse en étant ou la cause ou l'effet visible.

Une expérience de Jellineck montre qu'un lapin chloroformé, en imminence de mort par suite de l'intensité de la narcose, est sauvé par une décharge électrique qui tue un témoin. Cette expérience est restée inexpliquée. Ne peut-on admettre que, sous l'influence du narcotique, le système nerveux est disposé de manière à offrir une résistance maxima au passage et des influx et de l'électricité ? Aussi échappe-t-il à l'effet mortel. Bien plus, l'action du courant électrique s'efforçant de passer ramène l'orientation dans un état plus favorable et les influx pouvant à nouveau passer, il échappe à la mort par le chloroforme.

Ce serait en vertu du même principe que la foudre ou les courants industriels ne causent le plus souvent que la mort apparente. Les premiers éléments de la décharge orientant les molécules dans un sens tel que la décharge entière trouve un conducteur extrêmement résistant qui s'oppose à son passage. L'effet total serait donc seulement celui d'une très faible partie de la décharge, produisant un choc et une inhibition électrique relativement légers.

4° Définition des maladies fonctionnelles du système nerveux

Lisant l'hypothèse de Claude Bernard et celle de

Prochaska, Araya eut l'idée d'appliquer un appareil mobilisateur des molécules aux maladies fonctionnelles du système nerveux. Le résultat qu'il obtint sur son premier sujet humain, alors qu'il n'avait en vue que l'anesthésie, était fait pour l'encourager. Les succès qu'il obtint par la suite lui firent confirmer et préciser l'hypothèse de Prochaska.

Pour lui, les maladies fonctionnelles du système nerveux sont donc dues à un trouble de l'orientation des molécules qui constituent les cellules et les fibres de ce système (il dit « *orientation des cellules* » mais il s'agit évidemment d'une erreur matérielle) et leur remède spécifique est alors son courant qui leur rend leur orientation ⁽¹⁾. On peut supposer que les molécules ont perdu leur liberté d'évolution et qu'elles sont plus ou moins fixées en position vicieuse. Par exemple, dans le cas de névralgie essentielle, cette position vicieuse leur fait transmettre une sensation douloureuse lorsqu'elles devraient transmettre une sensation tactile par une sorte d'erreur d'aiguillage des influx, et la douleur persiste parce que les molécules restent fixées dans leur position (une seule excitation périphérique déterminant dans ce cas une série d'influx, comme cela se voit à partir des cellules). Le courant d'Araya les libère peu à peu « d'adhérences » en quelque sorte ⁽²⁾.

Ici, nous ne pouvons apporter que des arguments négatifs, tels que l'absence de toute lésion visible

(1) Analogie avec la théorie du magnétisme d'Ampère.

(2) Il reste bien entendu qu'il ne s'agit que d'images.

avec les plus forts grossissements, ce qui permet de supposer que la lésion siège dans l'intimité de la structure moléculaire. « *Si l'histologiste est en droit d'affirmer les différences de structure quand il les voit, il ne lui est pas permis de les nier quand il ne les voit pas* », a dit Claude Bernard.

Nous pouvons aussi nous appuyer sur le fait que les lésions d'électrocution sont souvent des lésions fonctionnelles transitoires du système nerveux, et sur l'influence des orages (qui modifient les champs électriques à grande distance) sur notre état physique et intellectuel, et sur les malades rhumatisants en particulier.

Enfin, cette hypothèse permet d'expliquer certains faits cliniques : le courant d'Araya est efficace surtout contre la douleur ; mais il ne produit pas seulement l'anesthésie, ce que réalisent aussi les médicaments analgésiques, il semble bien qu'il produise souvent une véritable guérison. Au début, il provoque la douleur, il reproduit le symptôme, puis celui-ci s'amende et finit par disparaître dans les cas heureux. Il y a là un fait, et ses hypothèses quelque audacieuses qu'elles soient ne sont pas inadmissibles.

Nous n'avons pas eu l'occasion de traiter en France des maladies mentales (seulement quelques cas de neurasthénie, dont un surtout a montré une action réelle), mais, au Chili, Araya aurait eu assez souvent des succès tout au moins partiels. Rien d'étonnant à cela, puisque l'on traite couramment les psychopathes avec des narcotiques qui agissent

non seulement en calmant l'excitation psychique et physique qui constitue la manifestation extérieure d'un trouble de l'excitation des cellules nerveuses, mais sans doute aussi ce trouble lui-même.

Enfin, il enregistre des succès dans l'épilepsie essentielle, l'hystérie et le rhumatisme même déformant : toutes affections à étiologie aussi obscure que celle des névralgies essentielles. Nous exposerons dans la troisième partie de ce travail notre conception de ces faits.

5° Le courant nerveux aurait présidé à l'organisation du système nerveux

Le courant nerveux permanent supposé par Araya aurait présidé à l'organisation histologique du tissu nerveux et, sans doute, serait-il plus complet de dire des tissus ectodermiques, puisqu'il semble bien y avoir une étroite relation entre les fonctions de la peau et celles du système nerveux. Nous avons vu, en effet, qu'une lésion cérébrale était cause de l'arrêt de la sensation de fourmillement et de l'anesthésie cutanée à un niveau donné ou dans une zone déterminée.

A l'appui, nous citerons l'observation suivante prise par Araya en 1895, à Santiago du Chili.

Un homme de 35 ans est pris subitement de mouvement choréïformes du bras droit. Araya le voit au bout de quelques jours. Il lui applique son appareil sur la nuque ; bientôt les mouvements cessent. L'appa-

reil retiré, ils ne reviennent pas. Mais l'application des deux électrodes produisant l'unique l'unique courant qu'Araya appelle *anti-électro-anesthésique*, provoque la réapparition du symptôme.

A chaque application les mouvements disparaissent, pour reparaître par crises quelques temps après. Le traitement fut prolongé plusieurs mois. Le fourmillement s'étendait à tout le crâne, à l'exception d'une petite zone du diamètre d'une pièce d'un franc, située sur le pariétal gauche. Au bout de plusieurs mois, le malade se souvint qu'il avait reçu à ce niveau, dans sa jeunesse, un coup d'épée qui avait pénétré dans le crâne jusqu'au cerveau. Dès lors, Araya renonça au traitement qui était du domaine de la chirurgie. La cicatrice cutanée ne constituait pas une zone semblable à celle que respectait le courant. Il semble donc bien qu'il y avait relation entre la lésion de l'écorce cérébrale et cette zone cutanée.

D'autre part, lorsqu'on pratique une section circulaire de la peau, au niveau d'un membre, toute la portion sous-jacente se trouve aussitôt privée de tonus. Il y a donc une relation certaine, bien qu'indéterminée, entre la peau et le système nerveux. On peut encore rapprocher l'incertitude de l'étiologie et de la pathogénie commune aux affections cutanées et nerveuses et l'existence de virus indifféremment dermo ou neurotropes. Rien d'étonnant à cela d'ailleurs, étant donné leur communauté d'origine embryologique.

Mais, pour prouver la préexistence de la circu-

lation nerveuse et son rôle d'organisation, nous n'avons trouvé dans les notes d'Araya que ce principe général : « La fonction précède l'organe. » Quoi qu'il en soit, l'observation qu'on vient de lire montre l'action importante du courant *anti-électro-anesthésique*. Comment agit-il. Est-ce, comme le pense Araya, en libérant les molécules fixées par le courant précédent ? Le courant *électro-anesthésique* agit d'une manière constante sur un sujet donné pour un voltage et une intensité donnés. Il est curieux de noter que le courant contraire doit présenter les mêmes caractéristiques de voltage et d'intensité pour jouer un rôle efficace.

Ici encore, la nécessité d'une théorie s'impose. Nous avons vu celle d'Araya.

6° Définition de l'anesthésie

« *Tout phénomène d'anesthésie consiste dans une modification d'accélération ou de retard de la circulation nerveuse.* » Araya laisse ainsi dans le vague la nature de la modification apportée au mouvement. Cependant, dans ses notes nous trouvons qu'il optait de préférence pour un ralentissement. Les expériences de Symes et Veley, d'Adrian et Keith-Lucas, sur la transmission de l'influx nerveux (voir page 76) sont en faveur de cette dernière hypothèse ou mieux d'une diminution de l'intensité de cette circulation.

7° Loi de l'appareil d'Araya et nature du courant auquel il donne naissance

Araya considère comme une loi la proposition suivante : « *Deux courants induits parallèles et de même sens et aussi deux courants diagonaux de même sens et de même nature qui se croisent au centre du champ électrique d'induction formé par les deux courants parallèles, transforment l'action excitante du courant induit en une action essentiellement anesthésique.* »

Pour lui, les deux courants parallèles qu'on peut concevoir dans son dispositif existent encore dans la peau (qui n'est pas un conducteur homogène assimilable à un conducteur métallique) ainsi que les courants diagonaux qui seraient représentés par un certain nombre de lignes de force. Ces courants, agissant par une induction les uns sur les autres, créeraient, dans l'organisme, un champ électrique complexe d'où naîtrait un courant électrique entièrement nouveau, doué des propriétés qu'il attribue au « *courant électro-anesthésique* », et constituant une démonstration expérimentale des théories qu'il expose. Il considère comme une contre-épreuve également probante l'action diamétralement opposé de l'unique courant rectiligne, croisant la moelle, qu'il appelle « *courant anti-électro-anesthésique* ».

Son courant serait identique à l'influx nerveux, puisqu'il peut se substituer à celui-ci dans le conduc-

teur nerveux (voir : propagation du courant d'Araya), ce que ne font pas les courants usuels (?).

Ici il n'apporte pas d'arguments théoriques ; il dit simplement que démontrer théoriquement le contraire est impossible. Ce sont les faits qu'il a observés et interprétés qui lui servent de base. Conformément au plan que nous nous sommes tracé, nous rapportons cette conception, importante dans l'histoire du dispositif d'Araya. Le point de vue historique seul nous intéresse au cours de cette première partie de notre travail. Nous exposerons dans la troisième partie la manière dont nous comprenons l'action du dispositif d'Araya.

8° Analogie de principe avec la vaccination et la bactériologie

Enfin, Araya croit avoir une certaine analogie de principe entre ses hypothèses et les lois de la vaccination et la bactériologie. Voici ses arguments : « *Les deux découvrent la cause spécifique des maladies qu'elles guérissent, les deux produisent l'immunité contre ces mêmes maladies, les deux les guérissent en les reproduisant.* »

Nous avons exposé les hypothèses d'Araya en fournissant à l'appui le plus d'arguments qu'il nous a été possibles de trouver soit dans ses notes, soit dans les travaux récents. Nous ne les apprécions pas, nous les rapportons (le plus clairement possible), à titre historique.

Quoi qu'il en advienne, nous croyons que les faits sont bien établis et resteront.

DEUXIÈME PARTIE

APPLICATION

CHAPITRE IV

DESCRIPTION DE L'APPAREIL D'UTILISATION

Tout l'appareil est contenu dans une boîte à peu près cubique de 35 centimètres de côté environ.

Il comprend :

1° Une source de courant continu qui est constituée par deux piles de Bunsen. On peut brancher d'une ou les deux, ce qui permet de disposer d'une force électro-motrice de 1,5 ou 3 volts environ dans le primaire ;

2° un coupe circuit ;

3° une bobine de Ruhmkorff dont le primaire et le secondaire sont réunis ;

4° un voltmètre dans le circuit primaire ;

5° un milliamperemètre apériodique dans le circuit secondaire ;

6° une manette permettant de faire varier l'intensité du courant d'utilisation, en découvrant plus ou moins le noyau de fer doux de la bobine.

7° L'appareil comporte en outre un chronomètre.

Sur le schéma ci-dessous on voit que les circuits primaires et secondaires de la bobine ont été reliés

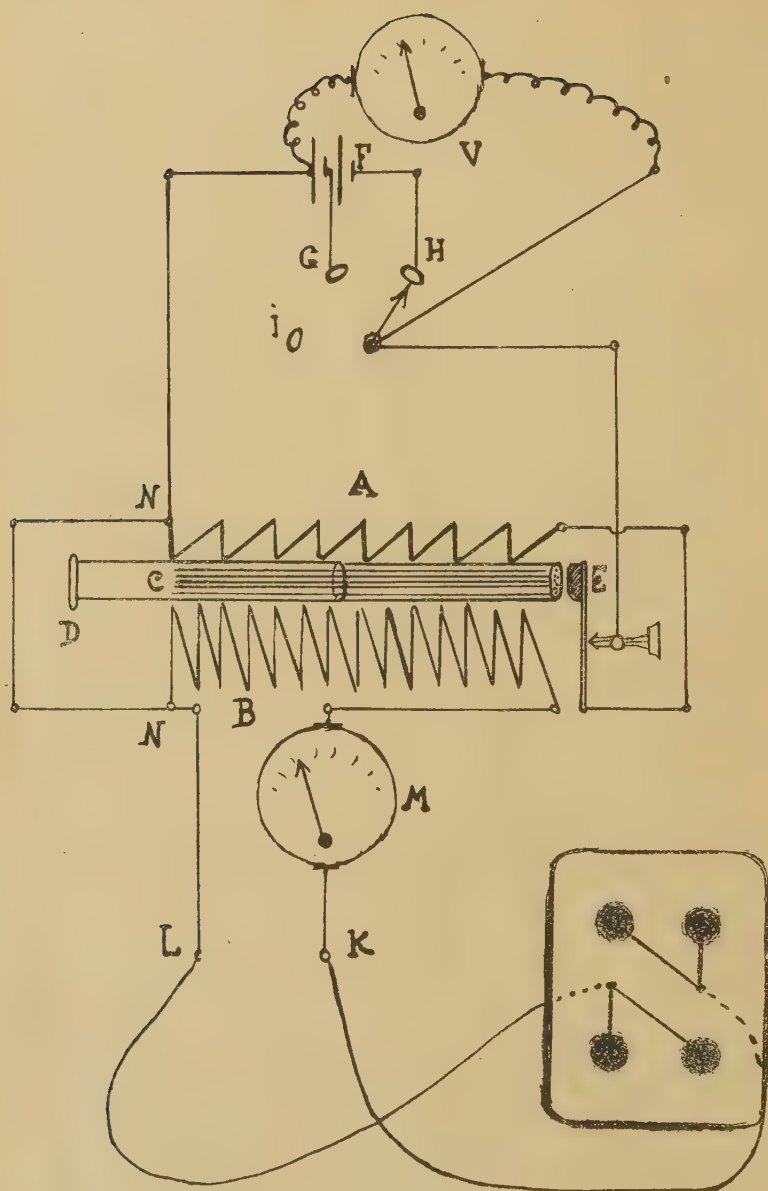


FIG. II.

A) primaire, B) secondaire, C) noyau de fer doux, D) gaine de cuivre pour masquer le noyau de fer doux, E) trembleur, F) piles, G, H) bornes pour brancher une ou deux piles, N) jonction des circuits primaires et secondaires, KL) bornes d'utilisation, M) milli-ampéremètre, V) voltmètre.

en N. Nous ne voyons pas l'importance de ce dispositif, ce fil unique ne fermant aucun circuit. Peut-être permet-il au primaire de fonctionner comme condensateur au moment du changement de sens du courant dans le secondaire (?).

L'appareil original qui transforme le courant du circuit secondaire en courant spécial, *électro-anesthésique*, se compose de quatre électrodes de cuivre, en forme de boutons circulaires d'un centimètre de diamètre et disposées en un rectangle mathématiquement parfait de 55 millimètres sur 40. Elles sont fixées sur une base d'ébonite. Elles sont réunies deux à deux comme le schéma l'indique. On branche cet appareil sur le circuit secondaire de la bobine de Ruhmkorff, de telle manière que les électrodes positives soient reliées au point K et les négatives au point L. Le malade ferme le circuit. A ces appareils est joint un troisième, constitué par une base d'ébonite sur laquelle sont fixées deux électrodes semblables à celles que nous venons de décrire, écartées de 50 millimètres et disposées en ligne droite. On les branche sur le circuit secondaire et on a un courant induit rectiligne, qui sera le courant *anti-électro-anesthésique*.

Technique

Le courant d'Araya s'applique d'abord sur la région de la nuque, les électrodes négatives presque au contact de la base du crâne.

Après avoir soigneusement mouillé la région, on y applique l'appareil directement, ou mieux par l'intermédiaire d'une peau de dain ou de chamois, ou encore d'une lame de coton hydrophile ou de papier buvard bien imbibée d'eau pour assurer de bons contacts. Il est indispensable de s'assurer que les électrodes fonctionnent toutes les quatre en percevant chaque courant à l'aide des doigts mouillés. En effet, si l'une des électrodes ne fonctionnait pas, on appliquerait sur la nuque du sujet un courant faradique ordinaire.

Il est préférable d'établir le courant avant d'appliquer l'appareil sur la nuque, pour éviter au sujet le choc de l'onde de fermeture du circuit primaire. Cela fait, on applique les quatre électrodes simultanément. Il faut avoir soin d'appuyer convenablement, pour que les contacts soient égaux et veiller à ne pas interposer des cheveux entre les électrodes et la peau.

On augmente très lentement l'intensité en découvrant progressivement le noyau de fer doux de la bobine. Quand on a donné l'intensité maxima, pour la tension de 1 volt dans le primaire, on passe à 2 volts en branchant la seconde pile, mais après avoir eu soin de recouvrir complètement le noyau de fer doux. Puis on augmente de nouveau l'intensité jusqu'au maximum. Jamais on ne doit l'atteindre en une seule séance. Il faut aller très lentement et se guider sur les réactions du patient, qu'on doit interroger à chaque augmentation et qui ne doit pas accuser de douleur.

Peu à peu, le sujet s'accoutume au courant et finit par supporter une intensité relativement considérable. Avant d'interrompre le courant, il faut recouvrir complètement le noyau de fer doux de la bobine, pour réduire au minimum le choc de l'onde de rupture.

Les applications ne doivent pas durer plus de 2 à 5 minutes. On peut en faire deux par séance, à condition de laisser 10 minutes de repos entre elles. Des applications plus prolongées ou plus rapprochées pourraient fatiguer le malade.

Le fourmillement révélateur de la présence du courant gagne plus ou moins vite les bosses frontales. S'il n'y parvient pas à la première séance (c'est la règle), on augmente chaque jour un peu la force du courant et on doit y parvenir.

En règle générale, plus on y arrive vite, plus la guérison est rapide. Si l'on ne peut y arriver, le pronostic du traitement est mauvais. On peut admettre, d'après Araya, la présence d'une lésion organique : le traitement sera inopérant.

S'il s'agit d'une affection locale, on applique l'appareil sur le tronc nerveux dont dépend le territoire où siège l'affection. Cependant, même dans ce cas, Araya recommande de commencer par une application centrale, c'est-à-dire céphalique.

Les applications locales sont plus pénibles que les applications à la nuque, aussi il faut aller très doucement. Les réactions du malade sont d'ailleurs un guide sûr.

Lorsque le courant s'arrête longtemps en un point, on réussit parfois à le lui faire franchir en diminuant l'intensité et en la ramenant assez rapidement à sa valeur primitive. On répète plusieurs fois de suite cette manœuvre, qu'on peut comparer à celle d'un béliet enfonçant un obstacle ou à celle d'un piston.

Dans certains cas pathologiques, on ne peut obtenir la progression du courant qu'avec une fréquence déterminée, qu'il faut rechercher par tâtonnement, à l'aide de la vis de réglage du trembleur de la bobine

Etudions maintenant en détail les effets des applications.

Appliquons l'appareil d'Araya sur la nuque d'un sujet normal. Les électrodes positives vers la moelle et les négatives vers le cerveau. Il ressentira aussitôt



FIG. III

au point de contact une sensation de pression intense, désagréable ; en même temps, le crâne s'engourdit jusqu'aux bosses frontales. Quoique le mouvement

soit rapide, le sujet sent nettement que le courant ⁽¹⁾ met un certain temps pour aller de la nuque au front. Souvent d'ailleurs il faut augmenter la force pour qu'il y parvienne. Toute la région crânienne est le siège d'un fourmillement léger, analogue à celui qu'on peut éprouver dans la main après un choc sur le cubital dans la gouttière olécranienne, par exemple.

Très rapidement, la sensation désagréable disparaît au point d'application. Le fourmillement persiste, de moins en moins marqué du point d'application aux bosses frontales. En même temps la peau de la région est engourdie, les sensations tactiles ne sont plus ressenties que très confusément ; elles sont mal localisées et peuvent même ne pas être perçues si l'intensité et le voltage sont assez forts. La sensibilité douloureuse est également très diminuée. A chaque augmentation de force correspond une reprise de la sensation pénible au point d'application et une augmentation de fourmillement et de l'anesthésie. La sensation pénible ne persiste pas au-delà de quelques secondes. Avec le voltage et l'intensité employés, les phénomènes ne vont pas plus loin chez le sujet normal.

Certains sujets accusent l'engourdissement, mais ne ressentent pas de fourmillements.

Parfois le sujet s'habitue au courant à un point tel qu'il ne le sent plus. Il faut alors augmenter sans cesse la force pour conserver une sensation.

Dans les conditions normales, le courant arrivé

(1) Nous admettons la présence du courant partout où se fait sentir le fourmillement.

aux bosses frontales s'arrête. En augmentant sa force on augmente l'intensité du fourmillement, mais non l'étendue du territoire où il est perçu. Cependant, quelquefois, en augmentant considérablement la force, on arrive à le faire sentir dans le domaine des nerfs crâniens (surtout glosso-pharyngien et nerfs moteurs des yeux, plus rarement dans la branche maxillaire inférieure du trijumeau). La sensation s'accompagne de contractions légères et intermittentes des muscles innervés par ces nerfs.

Si nous appliquons l'appareil en sens inverse (c'est-à-dire les électrodes positives vers le crâne, les négatives vers les épaules), la sensation de picotement et de contraction semble plus désagréable ; l'ascension du fourmillement vers le sommet du crâne est plus lente, plus difficile, il faut augmenter beaucoup la force pour l'obtenir ; elle est sensiblement moins intense et on ne peut pas réussir à faire sentir aussi loin.

Parfois le fourmillement se fait sentir sur le trajet de la moelle et dans les épaules. Ce dernier phénomène est net si l'appareil est appliqué plus bas sur le cou.

Localement, l'appareil étant appliqué sur le trajet d'un nerf mixte, le médian au bras par exemple, les électrodes positives vers l'aisselle et les négatives vers la main, la sensation éprouvée est identique : anesthésie légère, plus ou moins marquée suivant les sujets, fourmillement dans la main jusqu'au bout des doigts. Dans ce cas, le cubital, très voisin, est influencé

également et les phénomènes siègent dans toute la face palmaire de la main. Si l'intensité et le voltage sont très faibles, il n'y a pas de contracture sensible.



FIG. IV

Mais en augmentant l'intensité on aboutit à une contracture violente, un tétanos physiologique des muscles innervés par le médian et le cubital (flexion forcée des doigts et du poignet, adduction du pouce). Assez rapidement ce tétanos diminue, tandis que subsiste le fourmillement et l'anesthésie. La distance du point d'application à la limite de l'extension des phénomènes sensitivo-moteurs est en relation constante avec, d'une part la résistance individuelle du sujet, d'autre part le voltage et l'intensité. En effet, pour un sujet donné le même voltage et la même intensité amèneront toujours les sensations au même point. Le courant parti des pôles positifs gagne les pôles négatifs et continue sa route dans la direction

ainsi déterminée ; jamais en sens inverse, si on a soin de faire coïncider ce sens avec la direction anatomique du nerf (c'est-à-dire de son origine centrale à la périphérie). Aucune sensation n'est perçue entre le point d'application de l'appareil et l'origine des nerfs de la région.

Inversons l'appareil, c'est-à-dire plaçons les électrodes positives vers la main et les négatives vers



FIG. V

l'aisselle ; essayant ainsi de diriger le courant en sens inverse de la périphérie vers le centre. Le courant, ou plus exactement peut-être la sensation qui révèle sa présence ne s'en dirigera pas moins vers la main, c'est-à-dire vers la périphérie. Mais elle sera plus légère, et pour un voltage et une intensité identiques se fera sentir moins loin et moins intensément qu'avec la disposition précédente. Dans ce cas, quelques sensations légères seront quelquefois éprouvées dans les

régions comprises entre le point d'application et l'origine des troncs nerveux, très près toutefois du point d'application de l'appareil ; mais on ne peut croire qu'elles se produisent dans le territoire des branches collatérales à trajet plus ou moins récurrent, c'est-à-dire toujours dans le sens centrifuge. Au point d'application, la main qui tient l'appareil perçoit de légers mouvements dûs à de petites contractions musculaires, des trémulations fibrillaires. Ces mouvements sont limités à une zone très restreinte, à peu près circonscrite par les limites de l'appareil. La sensation pénible est plus désagréable qu'à la nuque.

Au membre inférieur, dans les conditions de l'expérience, on n'obtient que des contractions irrégulières et peu intenses, ce qui est probablement dû à l'éloignement des troncs nerveux entre lesquels s'interposent des masses musculaires plus épaisses.

Les sensations de fourmillement sont aussi intenses. Elles sont perçues presque exclusivement sur le trajet des troncs nerveux, dans ces troncs nerveux même pourrait-on dire. Le sciatique poplité interne est suivi de préférence.

Prenons, par exemple, un malade atteint de névralgie du trijumeau. Il ne présente pas de lésion perceptible. Cependant, son nerf est le siège de phénomènes douloureux très vifs. Appliquons lui le courant d'Araya dans la région de la nuque et augmentons progressivement l'intensité. Souvent le courant semble éprouver une certaine difficulté à se propager. Il faut augmenter l'intensité et prolonger

l'application pour le faire arriver aux bosses frontales. Parfois, plusieurs séances sont nécessaires. Arrivé au front, le courant diffuse peu à peu dans toute la moitié de la face qui est le siège de phénomènes douloureux, et dans cette moitié seulement. Quelle que soit la prolongation et la répétition des séances (étant donné la limite qu'Araya s'est fixée en voltage et en intensité), le courant ne se propage pas dans l'hémiface opposée.

Au début, le courant le plus souvent réveille la douleur et reproduit la crise : mais une sensation de bien-être ne tarde pas à apparaître ; parfois dès la fin de la première séance le malade éprouve un soulagement.

Sur un malade traité en pleine crise, le plus souvent on obtient l'anesthésie immédiate. Elle dure autant que l'application, et persiste ensuite une ou deux heures en moyenne. Puis, les séances se répétant, les crises s'espacent, diminuent d'intensité, l'anesthésie se prolonge plus longtemps après la séance. Enfin, les crises disparaissent. Le courant alors ne dépasse plus le front.

Un malade atteint de céphalée sentira sa « tête plus légère » après l'application. Cette expression « plus légère » que nous reproduisons à dessein, revient extrêmement souvent dans la bouche des malades interrogés. C'est par elle que presque tous expriment ce qu'ils éprouvent. Quelquefois, au contraire, ils se déclarent tout engourdis ou tout étourdis.

Parfois, au début, ce n'est pas un fourmillement

qu'accusent les malades, mais une sensation de froid ou de chaud sur le trajet des nerfs. Cette sensation peut d'ailleurs être généralisée pour une application céphalique.

Peu après la sensation normale apparaît.

Prenons un sujet atteint d'épilepsie essentielle. Il s'agit, là encore, d'une affection sans lésion apparente. Le plus souvent, le courant se propage bien et rapidement (quelquefois, cependant, avec lenteur). Mais arrivé aux bosses frontales, au lieu de s'arrêter comme chez le sujet normal, l'intensité et le voltage employés suffisent à le pousser plus loin. Au fur et à mesure de l'augmentation de la force du courant, la sensation gagne dans l'ordre : la moelle cervicale, les membres supérieurs, la moelle dorsale et le tronc, les membres inférieurs, segments par segments.

Lorsque la sensation de fourmillement atteint l'extrémité des orteils, parfois brusquement et sans que rien ait pu le faire prévoir, le sujet s'endort. Mais le plus souvent, à la sensation de fourmillement, fait suite une anesthésie de plus en plus complète, puis, la force du courant croissant toujours, on arrive à la résolution musculaire et à la paralysie, le sujet restant parfaitement conscient et conservant l'usage de la parole. Cette période est souvent précédée d'une période de contractures intenses et généralisées. Enfin, le sujet s'endort.

Fréquemment, il s'endort non pas pendant l'application, mais après celle-ci. A la séance suivante, il s'endormira au cours de l'application. Ce sommeil est

calme et paisible, ressemblant absolument au sommeil naturel; la face est un peu rouge, les membres en résolution. Les réflexes tendineux et cutanés sont conservés ainsi que le réflexe oculo-palpébral. La respiration et le pouls sont normaux. Cependant aucune excitation ne peut tirer le sujet de cet état. Il reste ainsi un temps variable pouvant atteindre une demi-heure ou trois quarts d'heure, peut-être davantage, l'expérience n'a pas été tentée, et le réveil a toujours été produit artificiellement au bout de ce temps à l'aide du courant induit rectiligne, placé transversalement sur la moelle au niveau de la 3^e vertèbre cervicale et de fréquence d'intensité et de voltage égaux, à ceux du courant qui a produit le sommeil. Quelquefois, le sujet se réveille spontanément. Immédiatement il est dispos comme après le sommeil naturel, il éprouve une sensation de bien-être, il se sent « léger ». Si l'on reproduit quotidiennement les applications du courant, il faut une force de plus en plus grande pour obtenir un sommeil de durée de plus en plus brève : finalement, on ne peut plus l'obtenir dans les limites fixées de voltage et d'intensité. La résolution musculaire cesse, elle aussi; puis le courant se propage de moins en moins loin, repassant en sens inverse par les étapes du chemin parcouru au début. Finalement il ne dépasse plus le front comme chez l'individu normal. En même temps les crises s'espacent et diminuent de violence, le malade récupère sa résistance normale : il guérit.

Le sommeil s'obtient aussi dans les mêmes condi-

tions, et après la même succession de sensations chez les hystériques. En général, le courant brûle les étapes et la narcose survient très rapidement, mais cette catégorie de sujets est si facile à endormir par toutes sortes de procédés que ce fait est beaucoup moins intéressant. Néanmoins, on peut noter que ces malades si sensibles au sommeil hypnotique et à la suggestion sous toutes ses formes ont une résistance diminuée au courant d'Araya.

Enfin, dans le cas de lésion de discontinuité dans les voies nerveuses, nous avons vu qu'Araya avait constaté un arrêt définitif des sensations permettant d'en faire le diagnostic et devant faire abandonner le traitement.

Nous n'avons observé que très peu de ces malades : nous avons constaté en effet le peu d'étendue de la région où le fourmillement était perçu, et nous n'avons pas insisté longuement.

Enfin nous voulons signaler un fait que nous avons observé tout récemment, sur trois malades seulement.

L'un, 48 ans, atteint de sinusite chronique et de furonculose chronique, a vu avec les premiers jours du traitement, encore en cours, une reprise nette de l'écoulement muco-purulent nasal et une éruption de furoncles.

L'autre, 70 ans, atteinte d'eczéma chronique, a vu, dans les mêmes conditions, ses lésions augmenter d'activité, en même temps qu'elle notait une polyurie abondante d'urines troubles et foncées.

Enfin une troisième, 32 ans, a vu apparaître une

éruption miliaire très prurigineuse dans le territoire où elle recevait le courant (partie antérieure de la jambe).

Indications et pronostics

Le courant d'Araya est indiqué dans toutes les affections dites fonctionnelles du système nerveux. La durée du traitement présente de grandes variations individuelles.

1° *L'Epilepsie essentielle.* — Le traitement est très long. Il faut un minimum de 50 séances. Mais en général 200 à 300 sont nécessaires. Il faut débiter lentement, et mettre 10 à 15 séances pour arriver à utiliser deux éléments de pile dans primaire. L'amélioration commence lorsque le courant arrive au front. Si le courant arrive jusqu'aux pieds, la guérison est certaine. Le maximum observé a été 300 séances.

2° *Toutes les manifestations de l'Hystérie (les crises émotives en particulier).* — Le traitement est rapide. Le courant atteint les pieds très vite. On arrive à utiliser deux éléments de pile en 8 ou 10 séances. Un traitement d'une vingtaine de séances suffit, deux ou trois parfois donnent un résultat excellent. Les malades s'endorment souvent ; ils se réveillent seuls au bout de 15 à 20 minutes.

3° *Les Névralgies essentielles.* — Pour le trijumeau, il faut au moins trente séances. Le courant

va au front, et ensuite dans le côté malade. On reproduit presque toujours la crise au début, pendant quatre ou cinq séances. Mais la douleur est moins vive et fugace. En moyenne il faut 40 ou 50 séances pour obtenir la guérison, 80 au maximum. La *sciatique* guérit assez rapidement, il faut de 4 à 40 séances, 20 en moyenne. On applique le courant sur la région lombaire, sur l'échancrure sciatique, sur le tronc nerveux à la face postérieure de la cuisse. Très rapidement il va aux pieds; on reproduit assez rarement la crise. L'amélioration est rapide.

Les névralgies *intercostales* guérissent en quelques jours.

Les névralgies *pelviennes*, *ovariennes* sont plus rebelles. Toutes guérissent.

Crampes professionnelles. — Crampe des écrivains. L'amélioration commence au bout de 8 à 10 séances. Des applications locales sont nécessaires. Au bout de 30 ou 40 séances on a une amélioration très notable, mais la guérison s'observe rarement.

Paralysies. — C'est surtout pour les paralysies que l'élément de diagnostic et de pronostic qu'on trouve dans la propagation est important. La plupart sont dues à des lésions organiques, elles sont donc incurables par le courant d'Araya qui s'arrêtera rapidement en un point fixe. Inutile alors d'insister. Mais si l'on obtient une bonne propagation on aura, sinon un succès, du moins une grande amélioration. C'est le

cas de paralysies par intoxication (paralysie saturnine, etc.).

On obtient d'abord une sensation de chaleur dans les membres paralysés, puis le fourmillement apparaît, l'atrophie diminue, les mouvements s'améliorent. Il faut de 50 à 100 séances en moyenne, mais les variations individuelles sont importantes. La paralysie faciale est en général une bonne paralysie. Araya aurait noté des améliorations dans la paralysie infantile.

Dans la paralysie faciale dite *a frigore*, la guérison est rapide.

Les *insomnies* rebelles sont améliorées plus ou moins rapidement.

L'*impuissance* des jeunes est favorablement influencée.

Les *affections mentales* : délires, dépression psychique, excitation maniaque ou mélancolie, sont améliorées. Le traitement est long, le succès inégal, mais l'amélioration serait constante d'après Araya, s'il n'y a ni intoxication, ni infection graves à l'origine. Nous n'avons pas eu l'occasion d'en observer. La *neurasthénie* est souvent améliorée, mais ces malades se montrent peu fidèle et abandonnent prématurément le traitement. Les *cenestalgies* sont aussi très améliorées.

Les *affections rhumatismales*, avec ou sans déformations, sont très améliorées et assez rapidement.

Lumbago. — On traite par applications locales et céphaliques. On a rapidement une amélioration ; la

guérison est assez difficile à obtenir, mais l'amélioration est très nette dès le début.

Douleurs articulaires. — L'application se fait un peu au-dessus du point malade; les variations individuelles sont assez grandes, mais on peut compter sur une amélioration rapide. Comme toujours la propagation guide beaucoup le pronostic. Si elle est bonne le pronostic est bon, si elle est mauvaise l'amélioration sera lente.

Lorsqu'il y a raideur, ankylose, impotence fonctionnelle on a cependant de bons résultats. Même le rhumatisme déformant serait favorablement influencé s'il n'est pas trop ancien et s'il n'y a pas d'atrophie.

Les douleurs musculaires rhumatismales sont, elles aussi, rapidement améliorées.

On peut également escompter des succès dans les douleurs traumatiques. Toutes les algies de nature encore mal déterminée, que leur cause occasionnelle soit connue ou non, sont très heureusement influencées par le courant d'Araya.

Enfin on peut essayer ce traitement dans les affections des organes des sens qui ne relèvent que d'une paralysie du nerf sensoriel, si toutefois elle ne s'accompagne pas d'atrophie trop marquée.

Contre-indications

D'après Araya, il n'y a pas de contre-indications formelles. Mais il est prudent de s'abstenir ou d'aller

très doucement dans le cas de défaillance cardiaque, d'artério-sclérose et chez des malades foudroyés ou électrocutés.

Il est évident qu'il ne faut pas risquer de voir mourir sous l'appareil un sujet qui serait peut-être tombé dans la rue, mais dont on imputera la mort à l'électrisation. D'autre part, de pareils sujets pourraient ne pas supporter les réactions vaso-motrices possibles et l'ébranlement nerveux insignifiant pour un autre sujet.

TROISIEME PARTIE

EXPERIMENTATION PERSONNELLE

CHAPITRE V

EXPERIENCES

Araya s'est borné à mentionner ses expériences physiologiques : il n'en a exposé que les résultats. Nous n'avons trouvé de détails, ni dans ses publications, ni dans ses notes inédites ⁽¹⁾. Aussi nous a-t-il semblé intéressant d'essayer de les reproduire.

Expériences sur les animaux

Notre premier sujet d'expérience fut un lapin. Après lui avoir rasé la tête, nous lui avons appliqué l'appareil dont nous nous servions pour traiter les malades. Il était trop grand et il nous a été difficile de le maintenir en place car l'animal se débattait violemment.

Nous avons mis en action deux éléments de pile dans le primaire de la bobine de Ruhmkorff et nous avons progressivement découvert le noyau de fer

(1) Nous n'avons pu, il est vrai, en consulter qu'une faible partie, beaucoup étant restées au Chili.

doux en entier. Au bout d'un moment, l'expérience fut suspendue, l'animal ne bougeant plus. Il resta inerte. La respiration avait disparu : cependant, le cœur battait encore. Mais nous n'avons pas réussi à ranimer l'animal.

Nous avons alors construit un appareil plus petit (une réduction de moitié de l'appareil destiné à l'homme), et nous avons repris l'expérience, mais cette fois sur le cobaye.

Notre nouveau sujet pesait 740 grammes. L'appareil lui fut appliqué sur la tête de telle manière que les électrodes positives fussent appuyées immédiatement derrière l'insertion du pavillon de l'oreille, les électrodes négatives immédiatement au-devant. Dans ces conditions, le centre de l'appareil se trouve au-dessus du cervelet qui surplombe lui-même le bulbe. Nous avons supprimé les poils de la région en les coupant de très près avec des ciseaux.

Les électrodes (de cuivre) étaient appliquées par l'intermédiaire d'une mince lame d'ouate hydrophile largement imbibée d'eau.

On peut facilement fixer la tête par l'angle de la mâchoire, à l'aide de la main gauche, et appliquer l'appareil avec la main droite.

Nous avons utilisé d'abord un élément de pile dans le primaire, et laissé le noyau de fer doux de la bobine entièrement masqué ⁽¹⁾. L'animal réagit à

(1) Malheureusement, nous ne pouvons fixer exactement la force du courant ainsi obtenu faute d'instrument de mesure. Ceci nous a exposé à voir échouer des expériences, à notre grande surprise, parce que la force électro-motrice de nos piles avait baissé à notre insu.

peine, il ferma les yeux, s'agita par instant, sa respiration devint plus bruyante, ce fut tout. Il ne poussa aucun cri. L'appareil retiré, l'animal semblait n'avoir rien subi. Le lendemain, l'expérience fut reprise, mais en utilisant, cette fois, deux éléments de pile dans le primaire, le noyau de fer doux restant masqué. Le courant fut établi brusquement. L'animal poussa un léger cri : immédiatement et pendant vingt secondes, il présenta des secousses cloniques, avec, par instant, contracture tonique des muscles fléchisseurs, de telle manière qu'il s'arquait en boule ⁽¹⁾ ; puis, brusquement, une période de contracture intense en extension fit suite à cette phase. L'animal tout entier vibrait, et son corps quittant le sol, ne prenant point d'appui que sur la main qui fixait sa tête, se mit en planche. Cette période dura cinq secondes et fut suivie d'un relâchement musculaire complet. A ce moment, l'appareil fut enlevé. L'application avait duré 25 secondes. Sans la respiration accélérée et amplifiée qui agitait ses flancs, nous l'aurions cru mort : il restait inerte, sur le flanc, ne réagissant à aucune excitation, se laissant manier comme un chiffon. Cependant le réflexe oculo-palpébral subsistait, il n'y avait pas de relâchement des sphincters. Les pupilles étaient légèrement dilatées.

(1) Dans les expériences qui suivirent, nous avons cru remarquer qu'il y a toujours, plus ou moins nettement, une période de contracture en flexion, ramassant l'animal en une boule vibrante, puis une période de contracture en extension, le transformant en une planche dont la vibration est plus manifeste encore.

Nous avons reproduit cet état d'inhibition qu'on appelle le sommeil électrique.

Soixante-cinq secondes après que l'appareil eut été enlevé, l'animal a commencé à réagir à nos excitations. Il se redressa et résista à nos efforts pour le rouler sur le flanc. Mais il était encore éprouvé et haletant. Il tenta de fuir et s'en fut, cahotant comme un ivrogne, et tombant sur le museau presque à chaque pas. Deux minutes après, il était complètement remis et mangeait de bon appétit.

Nous avons reproduit cette expérience, toujours semblable à elle-même, presque quotidiennement depuis deux mois, sur le même animal. Il est toujours gai et bien portant. Lorsqu'on l'apporte sur la table, qu'il connaît bien maintenant, il manifeste une angoisse assez vive : il crie dès qu'on le touche, il tremble, il cherche à fuir et refuse la nourriture qu'on lui offre. Mais la séance terminée, à peine remis et titubant encore, il se précipite sur l'avoine et mange avidement ⁽¹⁾.

Nous en concluons que l'application doit être fort désagréable (bien qu'il ne crie jamais, au cours de cette application), mais qu'elle n'altère en rien sa santé.

Pour vérifier l'action du courant induit ordinaire appliqué transversalement sur la moelle, qu'Araya

(1) Cependant, si on abandonne assez longtemps l'animal sur la table, l'anxiété réapparaît. Ne présente-t-il pas une amnésie transitoire laissant subsister l'automatisme?

appelle « *courant anti-électro-anesthésique* », nous avons répété l'expérience précédente :

Après vingt secondes d'application, la crise tétanique en extension apparut, elle fut suivie six secondes après du relâchement musculaire complet. Cinq secondes furent perdues pour changer les connexions, puis deux électrodes ordinaires de faradisation, branchées aux bornes de la bobine que nous venions d'utiliser, furent appliqués de part et d'autre du cou, en face l'une de l'autre, au contact du crâne. Quatre secondes après l'animal était debout et manifestait par un cri la douleur que lui causait l'application faradique qui fut supprimée aussitôt.

L'inhibition avait duré au total neuf secondes. Or, dans des conditions identiques, le même animal restait inerte pendant 60 à 75 secondes, s'il ne subissait que des excitations mécaniques, même très violentes.

Sur un cobaye de 400 grammes, nous avons pu obtenir le sommeil électrique presque sans secousses toniques ou cloniques avec un seul élément de pile et une application assez prolongée.

Mais, ayant voulu répéter cette expérience en utilisant deux éléments de pile, et ayant prolongé l'application pendant 30 secondes après que la résolution musculaire eut été obtenue, nous nous sommes trouvé en présence d'un animal gravement choqué, sans réflexe oculo-palpébral et sans respiration. Cependant le cœur battait encore. Espérant un réveil spontané, nous avons abandonné l'animal à lui-même. Deux minutes après, le cœur ralentissant, nous avons

essayé la respiration artificielle. Après dix minutes d'effort nous avons examiné le cœur, il ne battait plus. Cependant, nous avons tenté l'application du courant faradique de chaque côté du bulbe. Sous son influence, les yeux se fermèrent, la tête se redressa, les muscles de la face se contractèrent, mais bientôt cette action disparut. L'animal était mort. Ses viscères (poumons, foie, méninges) présentaient une congestion intense avec un piqueté hémorragique. Nous pensons que la mort doit être attribuée à la prolongation de l'apnée. (Une autre expérience que nous relatons plus loin (page 119), nous confirme dans cette opinion.)

Nous avons alors repris nos expériences sur le lapin. Il nous fallut trois éléments de pile pour obtenir le sommeil chez un lapin de 1.500 grammes. Un seul élément donnait à l'animal une excitation passagère, une sorte de folie « joviale » pourrait-on dire. Les conditions étaient les mêmes que pour le cobaye, mais l'animal étant plus vigoureux, il nous fallait un aide, pour fixer solidement la tête par les oreilles et l'angle de la mâchoire, pendant que nous appliquions l'appareil en bonne place. Les résultats obtenus furent identiques. Mais il nous a semblé que la crise convulsive précédait la crise tonique d'hyperextension. Cette crise convulsive comprenait des alternatives bien rythmées de flexion forcée du tronc et d'extension forcée. L'animal, beaucoup moins énergique que le cobaye, resta plus longtemps inerte, mais la période de coma ne nous a pas semblé plus longue.

L'animal, moins intelligent peut-être que le cobaye, ne semble pas redouter l'expérience, que nous avons souvent répétée.

Un jour, ayant un aide maladroit, nous avons dû cesser l'application au bout de quelques instants, parce que l'animal se déroba. Il ne présentait alors aucun symptôme de choc et l'expérience fut reprise presque aussitôt. Un court instant après, nous devions l'interrompre à nouveau pour la même raison : l'animal était alors en pleine crise épileptoïde. Les convulsions persistèrent, bien que l'appareil fut enlevé. Elles consistaient en cette alternative régulière de flexion et d'extension du tronc, que nous avons décrite. Dès qu'elles cessèrent, l'animal se mit à pousser un cri étrange régulièrement rythmé comme les convulsions précédentes, et qui ne nous a pas semblé exprimer une douleur ou une angoisse.

Lorsque tout fut rentré dans l'ordre, nous reprîmes une troisième fois l'expérience. Instantanément, l'animal tomba sur le flanc. Il ne présenta aucune contracture, aucune convulsion; il s'étendit seulement un peu, très lentement. Nous avons prolongé quelques secondes l'application. L'appareil retiré, l'animal était dans ce coma grave déjà décrit. la pupille dilatée, sans réflexe oculo-palpébral, sans respiration, mais le cœur battant encore, et les sphincters n'étant pas relâchés. Le plus vite possible, nous lui avons appliqué le courant faradique ordinaire, de chaque côté du cou contre le crâne. En deux secondes, la respiration fut rétablie, en quatre secondes le

lapin se redressa, à la cinquième seconde il poussa un léger cri de douleur; l'application fut alors suspendue.

Pendant sept à huit minutes l'animal resta fatigué et inactif, avec une respiration un peu rapide, mais il accepta volontiers une feuille de salade, et depuis n'a jamais semblé se ressentir de cette syncope.

Nous n'avons pas encore réussi à prolonger le sommeil au delà de 90 secondes environ.

Pour contrôler l'importance du dispositif adopté par Araya, nous avons, toutes conditions étant égales d'ailleurs, essayé les modifications suivantes :

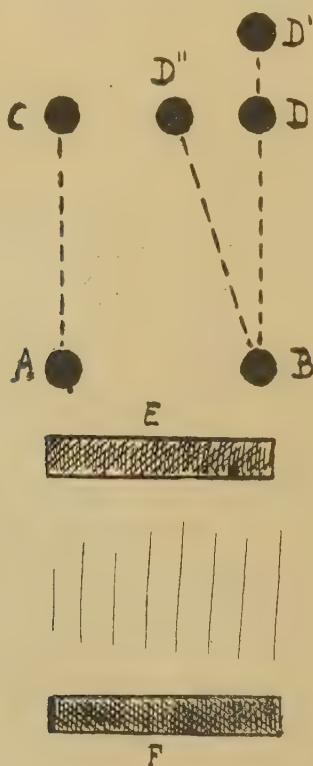


FIG. VI

1° D'abord, nous avons modifié le sens du courant dans l'appareil d'utilisation.

2° Puis, nous avons détruit la symétrie de l'appareil, d'abord en déplaçant en avant d'un centimètre l'une des électrodes, tout en la maintenant dans la ligne longitudinale qu'elle occupait précédemment (de D en D'), ensuite en la déplaçant d'un centimètre latéralement (de D en D'') détruisant ainsi le parallélisme des courants schématiques AC et BD.

3° Enfin, nous avons remplacé les électrodes AB d'une part, et CD de l'autre, par deux électrodes E et F de largeur égale aux distances AB et CD. La distance entre elles étant égale à la distance AC. Dans ces conditions, l'aire circonscrite entre les électrodes est égale dans les deux systèmes.

Dans tous ces cas, les résultats obtenus furent semblables à ceux que nous avons obtenus dans les conditions indiquées par Araya.

4° Nous avons essayé alors d'appliquer le courant de la bobine de Ruhmkorff que nous utilisions, non plus avec l'appareil rappelant le dispositif d'Araya, mais avec les électrodes ordinaires de la faradisation. Nous n'avons réussi qu'à faire pousser aux animaux des cris stridents et prolongés même après la fin des applications, que nous fîmes d'ailleurs brèves, car la prolongation de l'expérience nous paraissait inutilement cruelle.

Toutes ces modifications nous montrèrent que plus on s'éloigne du dispositif en rectangle parfait d'Araya, plus les résultats sont difficiles à obtenir.

Or, en nous rapportant au premier producteur de sommeil électrique, la torpille, nous avons pensé à un mode d'application constant quelque soit la forme des électrodes.

En effet, les poissons électriques, mis en présence de leur proie, attendent d'être en appétit. C'est parfois une heure après, que, sans contact, à travers l'eau, ils l'étourdissent brusquement et la dévorent. Les victimes ne sont pas tuées par la décharge, elles restent simplement inertes, incapables de fuir, et si elles échappent à l'appétit de leur ennemi, elles reprennent peu à peu leurs mouvements et la vie. Parfois cependant elles conservent des contractures ou des paralysies partielles.

Les travaux de F.-A. Moreau ont montré que, souvent, les poissons électriques lancent, non pas une décharge unique et violente, mais une série de petites décharges régulièrement rythmées.

Nous avons donc cherché à reproduire ces phénomènes à l'aide de l'appareil d'Araya.

Ayant pris un cyprin doré de 8 centim. de longueur environ, nous l'avons placé dans un aquarium de 10 cm. de largeur, 20 cm. de longueur et 10 cm. de profondeur.

L'appareil d'Araya fut appliqué sur l'eau, les quatre électrodes baignant largement, en ayant soin de les placer exactement au-dessus de l'animal, mais sans aucun contact avec lui. Le courant fut alors établi. Pour obtenir des phénomènes nets nous avons dû utiliser deux éléments de pile dans le primaire, et

découvrir entièrement le noyau de fer doux de la bobine.

L'animal manifesta alors une agitation extrême ; il bondit d'une extrémité de l'aquarium à l'autre. Mais il était rejeté par les parois dans le champ de l'appareil que nous nous efforcions d'ailleurs de maintenir au-dessus de lui.

Bientôt l'animal s'immobilisa, les nageoires raidies, le corps légèrement incliné sur le côté; les mouvements respiratoires avaient cessé : les opercules restant écartés du corps au maximum. Il se maintint ainsi quelques instants entre deux eaux, puis lentement tomba au fond de l'aquarium. Les mouvements respiratoires réapparurent alors, faibles et réguliers, la raideur disparut, mais l'animal restait absolument immobile. Nous avons alors retiré l'appareil. L'expérience avait duré deux minutes environ. Comme l'animal restait toujours immobile, nous avons cherché à nous en emparer. Alors que normalement un geste brusque déterminait chez lui un vif mouvement de frayeur, et qu'il était difficile de s'en emparer à cause de son extrême mobilité, nous eûmes la surprise de constater qu'il ne réagissait aucunement; nous avons pu battre l'eau à quelques centimètres de ses yeux sans provoquer un mouvement. L'ayant saisi et sorti de l'eau nous avions sur la main un animal absolument inerte, en résolution musculaire, un véritable cadavre, bien différent de l'animal frétilant qu'est un poisson qui sort de l'eau. Cependant si nous le replongions dans son élément, les mouvements respira-

toires reprenaient, normalement rythmés, tandis que l'animal, immobile, retombait lentement au fond. Cet état de stupeur dura environ cinq minutes, puis, graduellement, mais très lentement, l'animal reprit son habitus normal.

Nous avons pu reproduire exactement cette expérience en remplaçant l'appareil d'Araya par les deux fiches de cuivre à l'aide desquelles nous le branchons ordinairement sur le circuit d'utilisation de la bobine de Ruhmkorff, c'est-à-dire en employant le courant faradique sous sa forme habituelle. A condition toutefois de maintenir leur écartement égal ou inférieur à celui des électrodes de l'appareil d'Araya. En les écartant davantage, les phénomènes étaient un peu plus difficiles à obtenir, ils étaient aussi moins parfaits.

Dans ces conditions, le mode d'application du courant est constant. Quelque soit la forme et la disposition des électrodes, c'est toujours par l'intermédiaire des couches d'eau qui l'entourent que le poisson reçoit le courant. La superficie et la forme de cette couche sont évidemment constantes. Si les dispositifs employés transforment le courant, on doit observer une différence dans l'action des divers dispositifs. Or, on n'en observe aucune. S'il y a transformation elle s'opère donc dans l'organisme.

Au cours de ces expériences nous avons observé les phénomènes suivants :

Lorsque l'animal vient de subir la narcose électrique, même assez longtemps après, alors qu'il semble être redevenu absolument normal, les phéno-

mènes se produisent instantanément : sans phase d'excitation, l'animal s'immobilise en apnée dès que le courant est établi. L'apnée subsiste tant que l'animal reste dans le champ de l'appareil. Elle peut être supportée très longtemps sans dommage apparent. Elle cesse dès que le courant est interrompu et l'animal entre dans la phase de sommeil avec respiration que nous avons décrit. Cette phase est d'autant plus longue que le courant a passé plus longtemps. On peut alors faire apparaître et disparaître instantanément les mouvements respiratoires en établissant ou en rompant le courant.

Si le courant est introduit à l'aide des fiches linéaires, lorsque celles-ci sont placées longitudinalement au-dessus ou à côté du poisson, la respiration reprend dès que le courant ne passe plus et l'animal semble peu éprouvé. Il n'en est plus de même si on place les deux électrodes de part et d'autre de l'animal très près de lui. Dans ces conditions, l'apnée persiste une quinzaine de secondes si le courant a passé deux ou trois secondes, et l'animal semble beaucoup plus éprouvé. Nous attribuons ce phénomène à la plus grande densité du champ dans ce cas, les électrodes étant plus rapprochées.

Il nous a semblé, au contraire, en employant l'appareil d'Araya, dont les électrodes ont une distance fixe, que l'animal endormi par le dispositif disposé de telle manière que le sens du courant soit de la queue à la tête, se réveillait si l'appareil était placé transversalement (?).

Bien que le cyprin doré soit un animal fragile, nous avons pu répéter très fréquemment et prolonger ces expériences sans nuire à sa santé.

Expériences sur l'homme

Nous avons essayé sur nous même et sur notre famille les modifications ci-dessous :

Nous avons inversé le sens du courant dans l'appareil d'utilisation : dans ces conditions, la sensation de fourmillement monte très difficilement vers le crâne (l'appareil étant placé sur la nuque), si elle le fait c'est d'une façon bien moins intense. Si on emploie un courant faible, il faut prolonger l'application assez longtemps et laisser disparaître la sensation de pression pour apprécier cette différence. La sensation pénible n'étant pas contre-balancée par la sensation d'engourdissement est moins bien supportée dans ce cas.

L'application de deux plaques remplaçant les quatre électrodes d'Araya et circonscrivant la même surface, donne des sensations que nous avons trouvées semblables à celles produites par le dispositif d'Araya ⁽¹⁾.

Enfin, l'application ordinaire du courant faradique dans les conditions du voltage et de l'intensité qu'em-

(1) Il faut noter à ce sujet qu'Araya a spécifié qu'il pouvait multiplier et rapprocher ses électrodes sans modifier le principe et l'action de son appareil.

plioie Araya est totalement différente et franchement insupportable. Lorsqu'une des quatre électrodes d'Araya ne fonctionne pas, l'application de son appareil devient aussi très douloureuse, pour une force relativement très faible.

Mesures (1)

Nous avons voulu mesurer la quantité de courant qui passe dans le circuit d'utilisation, et nous y avons inclus un milliampèremètre aperiodique que n'avait pas Araya.

Pour une force donnée et fixe, le circuit étant fermé par des conducteurs exclusivement métalliques, l'aiguille du milliampèremètre ne dévie pas. Le courant qui passe est donc composé de deux ondes égales et de sens contraire (2).

Si on ferme le circuit à l'aide d'un récipient contenant un peu d'eau, l'aiguille dévie légèrement. La présence d'électrolytes en solution donnant un contact légèrement asymétrique (3) au niveau de l'eau,

(1) Ces expériences ont été faites en collaboration avec notre ami Jean Jammet, ingénieur. Nous tenons à le remercier de son aide précieuse.

(2) Faute des instruments nécessaires, nous n'avons pu déterminer le voltage total, ni l'intensité totale de ces ondes, nous ne pouvons donc parler que de différences entre elles. Nous déterminons empiriquement la force du courant du secondaire par le nombre d'éléments de pile employés dans le primaire et la longueur découverte du noyau de fer doux.

(3) Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que le contact soit asymétrique, il suffit seulement qu'il ne suive pas la loi d'Ohm, d'après laquelle le courant est proportionnel à la différence de potentiel. Dans ces conditions, comme les deux ondes ont des potentiels maxima différents, la quantité d'électricité transportée par l'une ne sera pas égale à celle transportée par l'autre, et le courant résultant sera plus ou moins complètement redressé, c'est-à-dire qu'il sera la somme d'un courant continu et d'un courant alternatif. (Jean Jammet.)

l'une des ondes l'emporte sur l'autre d'environ 1/20 milliampère. Il en est de même si l'on ferme le circuit à l'aide d'une peau de chamois mouillée par exemple.

En appliquant l'appareil sur un être vivant (c'est-à-dire en fermant le circuit avec cet être vivant) nous avons observé les phénomènes suivants :

L'appareil étant appliqué au cou sur l'homme, exactement au milieu ⁽¹⁾, le milliampèremètre accuse un courant de 0,8 milliampère, c'est-à-dire que l'une des deux ondes l'emporte sur l'autre de 0,8 milliampère. Toutes choses égales d'ailleurs, si nous appliquons l'appareil sur la main (les contacts étant aussi bons : nous insistons sur ce point), la différence des ondes tombe à 0,1 m. a ; sur le thorax, elle sera aussi de 0,1 ⁽²⁾ ; sur la moelle elle remonte à 0,8 sur la région sacrée également ; à la cuisse, sur le trajet du sciatique, elle tombe à 0,4 milliampères. Au mollet, sur le trajet du sciatique poplité interne, à 0,2. Si nous appliquons l'appareil d'Araya sur la nuque, un seul groupe des électrodes de l'appareil étant relié à l'une des bornes de la bobine (celle qui correspond

(1) S'il est placé un peu latéralement la déviation est moins marquée ; si le déplacement est considérable, elle devient insignifiante.

(2) Cependant, sur nous-mêmes, nous avons observé en ce point une déviation aussi forte que sur la nuque, à condition de mettre l'appareil exactement sur la ligne médiane. Latéralement, la déviation était très faible ; sur la ligne médiane de l'abdomen, elle était également insignifiante. Nous n'avons pu retrouver ce résultat, que nous trouvons paradoxal, sur un autre sujet.

au pôle positif pour le sens de l'onde qui dévie l'aiguille du milliampèremètre par exemple), et l'autre plongeant dans un récipient plein d'eau, où le sujet plonge aussi sa main, l'aiguille du milliampèremètre ne dévie pas sensiblement.

Appliquons maintenant le courant de la bobine, non plus avec l'appareil d'Araya, mais avec des électrodes ordinaires. Si nous les appliquons longitudinalement au-dessus de la moelle à trois ou quatre centimètres l'une de l'autre, nous avons dans le milliampèremètre une déviation d'environ 0,4; plus on les écarte, plus cette déviation est faible; pour dix centimètres d'écartement elle est négligeable. Elle diminue beaucoup plus vite encore si l'une des électrodes s'éloigne de la projection de la moelle. Cette expérience est d'ailleurs très pénible pour le patient, car la tension du courant que nous avons adopté pour ces mesures, et qui est très supportable avec le dispositif d'Araya, devient très pénible avec le mode d'application ordinaire.

Pour deux éléments de pile dans le primaire, et le noyau de fer doux de la bobine d'induction étant découvert entièrement ⁽¹⁾, le milliamperemètre indique, entre les deux ondes de la bobine, une différence d'intensité variant entre 1, et 1,2 milliampère, l'appareil étant à la nuque.

Cependant, nous avons cru remarquer que :

Il y a une fréquence optima pour laquelle la dévia-

(1) C'est-à-dire pour la tension maxima employée en pratique.

tion de l'aiguille du milliamperemètre est maxima. Il y a des variations individuelles et journalières de l'ordre de 0,1 millampère.

Le sens du courant dans l'appareil d'application n'a pas d'influence.

C'est l'onde de rupture du circuit primaire dont l'intensité devient prépondérante (ou qui passe seule ?).

Enfin, il est nécessaire d'arriver à une certaine force de courant, pour obtenir une déviation sensible. Il y a d'abord une déviation d'environ $1/20$ millampère, quelque soit le point d'application, puis, même aux points où elle deviendra très forte, elle ne suit pas l'augmentation de la force électro-motrice. (Tout se passe comme s'il y avait un seuil.)

Lorsqu'on arrive à une certaine force (constante), à chaque augmentation de la force correspond une augmentation nette de la déviation.

Lorsqu'on approche du maximum de force que peut donner notre bobine, la grandeur de la déviation semble proportionnellement moins grande qu'au début. On peut, en portant en ordonnées la grandeur de la déviation (en milliampères) et en abscisses l'accroissement de la force, obtenir une courbe, sans prétention mathématique, mais qui donne une idée du phénomène.

Les sensations accusées par le patient ne correspondent pas aux déviations de l'aiguille. Si la force est portée de la valeur a à la valeur b , ils accusent une augmentation des sensations de fourmillement et

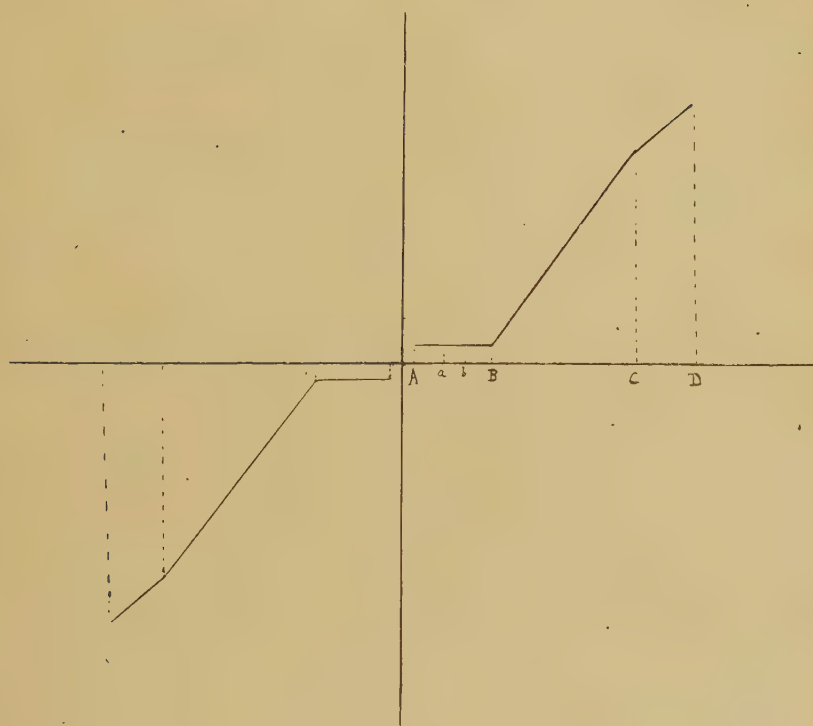


FIG. VII

La courbe doit présenter un point d'inflexion passant par zéro. Mais on a une légère délection quand le circuit est fermé par de l'eau de fontaine. Ce phénomène masquant ce qui se passe en réalité dans l'organisme, nous avons interrompu la courbe aux environs de zéro.

de constriction, alors que la déviation de l'aiguille n'augmente pas.

Nous avons fait des mesures analogues au cours de nos expériences sur les animaux. Elles nous ont montré une déviation assez marquée de l'aiguille au début de l'application. Environ une seconde avant le début

de la crise tétanique en hyperextension (qui est beaucoup plus violente et beaucoup plus nette que les autres contractures), la déviation diminue brusquement. Elle subit encore une autre diminution beaucoup moins marquée un peu avant la résolution musculaire.

Par exemple, au cours d'une expérience sur le lapin, avec trois éléments de pile dans le primaire, le noyau de fer doux étant entièrement recouvert, nous avons obtenu les chiffres suivants :

Au début	0,3 milli
Quelques instants avant la crise violente..	0,2 —
Quelques instants avant la résolution musculaire	0,15 —

Au cours de l'expérience en trois temps que nous relatons page 119 nous avons fait les observations suivantes :

1^{re} application : au début 0,3 milli. puis 0,1

2^e application : au début 0,4 milli. puis 0,2

3^e application : au début 0,5 milli. puis 0,3

Comme on le voit, l'intensité croît à chaque application, et la chute qui précède immédiatement le changement de phase est constante et égale à 0,2 milliampère.

Au cours de nos expériences sur les poissons, les déviations observées furent extrêmement faibles, de l'ordre de 1/20 milliampère.

Discussion

Les expériences que nous venons de décrire mettent en évidence l'action inhibitrice produite par le courant faradique appliqué à l'aide du dispositif d'Araya. Cette notion d'une action inhibitrice d'un courant faradique est en opposition avec la conception habituelle : ce courant est considéré en effet comme excitant. Il est vrai que le dispositif d'Araya laisse place à une action excitante, au début tout au moins, mais il semble qu'il ait une action excitante peu à peu et plus ou moins masquée par une action inhibitrice surajoutée.

En considérant les indications du courant d'Araya et ses effets physiologiques, nous avons été frappé de son analogie avec ceux du courant galvanique interrompu rythmiquement.

C'est avec ce courant que Leduc obtint le sommeil électrique, que Zimmern et Dimier obtinrent l'épilepsie expérimentale ⁽¹⁾, c'est avec lui qu'on traite l'atrophie d'un muscle dont la nutrition est ralentie : Il se comporte sur un tronc nerveux, à peu près comme le courant d'Araya. Il y a bien des différences sans doute, mais en gros, ces deux courants ont une action analogue.

D'après Araya, son dispositif transforme, dans l'organisme, l'action du courant électrique. Il pense

(1) La torpille aussi l'utilise pour produire le sommeil, d'après les expériences de F.-A. Moreau (Voir page 122).

que le dispositif symétrique à lignes de forces parallèles est nécessaire pour produire une orientation des molécules qu'il croit utile au traitement des maladies nerveuses. Nous savons qu'un courant de sens constant a une action électrolytique, c'est-à-dire, après peut-être une orientation des molécules (théorie de Grotthus, 1805), une dissociation ionique, avec transport des ions dans un sens déterminé ⁽¹⁾.

Or, on peut obtenir, avec une bobine de Ruhmkorff, un courant de sens constant, et rythmiquement interrompu. Il suffit pour cela d'introduire dans le circuit un contact asymétrique faisant soupape et ne laissant passer qu'une des deux ondes.

Tout se passe donc, dans une application du courant d'Araya, comme si une soupape, un détecteur, se trouvait intercalé dans le circuit, ne laissant passer qu'une seule des ondes de la bobine.

Or, nous avons vu qu'un milliampèremètre placé dans le circuit montrait effectivement une détection : l'onde de rupture passe seule (ou passe mieux ?) si le circuit est fermé par un tissu animal; c'est donc ce tissu qui est le détecteur. Sans doute l'action prépondérante de l'onde de rupture (égale en quantité, mais plus brusque, et par conséquent de tension plus élevée que l'onde de fermeture) est bien connue. Mais cette action ne se manifeste qu'à cause du seuil d'excitation

(1) La théorie d'Arrhenius, d'après laquelle les ions seraient dissociés dans une solution, ne prouve pas que toutes les molécules soient dissociées, et la théorie de Grotthus peut être vraie pour une partie tout au moins des molécules.

des muscles. Elle n'est pas variable avec le point d'application.

Or, nous avons vu que cette détection semble proportionnelle à la force du courant (il y a un certain seuil) mais aussi à la *section des troncs nerveux sous-jacents aux téguments* (voir page 128).

Ce serait donc le tissu nerveux qui serait le détecteur, le contact asymétrique.

Voici comment nous concevons l'action du dispositif d'Araya :

Les électrodes étant placées très près l'une de l'autre, déterminent un champ électrique, large et court, très dense⁽¹⁾. De plus, la largeur des points de pénétration permet de supporter une force très considérable. (De même qu'une table très lourde s'enfoncerait dans un sol mou qui la porte parfaitement si ses pieds sont larges.) Ainsi, ce dispositif permet d'avoir entre les électrodes un champ électrique plus dense et plus intense que ceux qui sont supportés d'ordinaire.

Appliqué au-dessus d'un tronc nerveux, les lignes de force qui baignent ce tronc sont assez intenses pour l'influencer : ce que ne peuvent faire utilement les champs électriques peu denses qui baignent d'habitude les troncs nerveux. Nous avons vu, en effet, qu'il

(1) Araya attribue d'ailleurs un grand rôle à cette concentration du champ électrique, mais il pense qu'elle est due à l'attraction des deux courants parallèles qui le composent (?), conformément à la loi d'Ampère. Pour nous, elle n'est due qu'à la petite étendue du champ et sa grande intensité. — Nos expériences sur les poissons semblent démontrer l'exactitude de cette manière de voir.

y a un seuil et qu'une force assez considérable, très pénible dans les conditions ordinaires d'application,

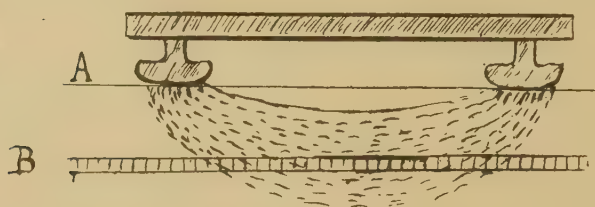


FIG. VIII

A. Téguments. — B. Tube nerveux.

est nécessaire pour mettre en évidence l'action détectrice du conducteur nerveux.

Dans ces conditions, l'intensité du flux serait suffisante pour déterminer un courant dans le nerf, sans que celui-ci ait *contact avec les électrodes*. Ce courant rythmique, de sens constant, déterminerait alors dans le nerf des actions d'électrolyse, c'est-à-dire d'orientation et de transport d'ions, et aussi une action d'orientation des corpuscules colloïdaux qui a été remarquée sous l'action d'un courant rythmé.

Nous nous rapprochons des conceptions d'Araya sur l'orientation des molécules. Le mot molécule étant pris dans un sens très large, et comprenant non seulement les molécules des électrolytes, mais aussi les corpuscules colloïdaux, et le terme orientation ayant la valeur d'une image.

Ainsi, l'appareil d'Araya permettrait d'avoir à la

peau un courant alternatif non électrolytique (dont l'action excitante légère constituerait la partie excitante du courant d'Araya), et au niveau des troncs nerveux, un courant de sens constant, rythmique, électrolytique, analgésique, inhibiteur, beaucoup plus intense que ceux qu'on peut employer d'habitude, car les effets électrolytiques destructeurs qui se manifestent au contact des électrodes n'ont plus lieu, puisqu'à leur niveau il n'y a qu'un courant alternatif non électrolytique. Ce courant rythmique comportant la majeure partie de la quantité d'électricité introduite ⁽¹⁾ (à cause de la résistance plus faible du tissu nerveux) masquerait par sa puissance action inhibitrice l'action faradique légère (excitante) qui se manifeste dans les tissus voisins. Pendant la période latente (AB schéma n° VIII), l'action faradique masquerait, au contraire, l'action galvanique qui reste insignifiante, ce qui explique l'augmentation des sensations faradiques pendant le plateau (pages 130-131).

Nous préférons cette hypothèse, car le champ électrique de l'appareil d'Araya, déjà complexe dans l'espace, devient indéchiffrable dans un conducteur hétérogène tel que nos tissus, les variations de résistance imposant aux lignes de force des trajets imprévisibles. D'ailleurs, nos expériences semblent bien prouver que le point important consiste en l'exis-

(1) Ceci explique l'action excitante plus forte que nous avons observé dans les applications sur les membres : les troncs nerveux moins épais, absorbant moins d'électricité, il en reste davantage pour l'action excitante.

tence d'un champ électrique dense et puissant, mettant en évidence une nouvelle propriété du tissu nerveux.

Le dispositif d'Araya permet de supporter une force considérable à cause de l'étendue du point d'application. Sa forme donne un champ concentré. Ces deux conditions n'ayant jamais été remplies, son invention constitue une acquisition précieuse pour l'électro-thérapeutique et peut-être pour l'électrophysiologie.

En outre, nos expériences semblent prouver que, *physiologiquement*, le système nerveux conduit mieux dans un sens que dans l'autre, bien qu'*électriquement*, sa conduction soit symétrique. Mais elle ne suit pas la loi d'Ohm, ce qui produit l'effet détecteur que nous avons observé ⁽¹⁾. Il semble, de plus, qu'on doive atteindre assez rapidement à une saturation.

D'autre part, l'expérience que nous relatons page 119 ne montre-t-elle pas une addition des inhibitions comparable à l'addition des excitations des physiologistes ? La part qui revient à l'inhibition et à l'excitation dans les phénomènes nerveux n'est pas bien tranchée. Puisqu'il existe des centres moteurs et des centres inhibiteurs très voisins, les mêmes phéno-

(1) Il nous a semblé curieux de rapprocher ce fait des idées de Lakhovsky sur l'instinct des animaux. Cet auteur considère en effet que ceux-ci se comportent comme de véritables détecteurs des ondes émises par les êtres vivants.

On sait d'ailleurs que les solutions colloïdales pourraient être utilisées comme détecteurs d'ondes, de même que certains cristaux (galène). Nous retrouvons une analogie chère à Araya.

mènes peuvent être produits aussi bien par l'inhibition des uns que par l'excitation des autres.

Enfin, quel est le mécanisme de l'action si énergétique du courant faradique appliqué de part et d'autre du bulbe au cours d'une syncope électrique ? Théoriquement, il n'y a pas d'excitation si les électrodes sont placées perpendiculairement à l'axe d'un nerf. Le nerf n'est pas excitable par un courant transversal. Il nous faut donc revenir à une orientation de corpuscules ou de molécules dans un champ électrique, et attribuer un rôle important à cette orientation dans la conduction des influx : l'inhibition et l'état normal étant fonction de cette conduction. Les mesures que nous rapportons ne sont-elles pas un argument dans ce sens ?

L'étude des modifications d'ordre chimique (électrolyse) et physique (orientation des colloïdes) ⁽¹⁾ permettront peut-être d'expliquer ces phénomènes, ainsi que la conduction du courant d'Araya, quelque soit à cet égard la part de vérité que contiennent ses théo-

(1) Ce phénomène d'orientation s'accompagne d'un phénomène de déplacement appelé cataphorèse; des traces d'électrolytes le diminuent considérablement, mais les travaux de Lecog, en 1910, ont montré que l'arsenic métallique faisait exception à cette règle. Peut-être y a-t-il des exceptions analogues dans le système nerveux ? De même l'albumine en émulsion dans l'eau pure possède une charge positive en milieu acide et négative en milieu alcalin (colloïde amphotère). On saisit dès lors la complexité d'un problème de conduction dans un milieu dont la réaction basique ou acide est instable; où les charges électriques changent de sens avec elle, où les électrolytes dissous influent sur les mouvements des corpuscules colloïdaux, où des changements de température instantanés interviennent sans cesse.

ries. Cette étude sortirait du cadre de ce modeste travail ⁽¹⁾.

(1) Nous devons à l'amabilité de notre ami Jean Jammet la note suivante sur la conductivité colloïdale :

Des travaux récents effectués dans cette branche, notamment par H. André, ingénieur à la Société Radiotechnique (Cf. *Onde électrique*, Janvier 1926, *La conductibilité des colloïdes métalliques et ses applications électro-chimiques*), il semble résulter que l'on n'est pas encore en possession d'une théorie complète du phénomène, et qu'on s'est jusqu'ici contenté d'accumuler des faits. Toutefois, certains de ceux-ci sont déjà très intéressants par les analogies qu'ils permettent de percevoir entre les phénomènes de conduction nerveuse et la conduction électrique dans les colloïdes. Nous pouvons tout d'abord remarquer que le colloïde n'agit d'une manière aussi différente de celle des conducteurs habituels que parce que sa division, est extrême, rendant ainsi prépondérants les phénomènes d'adsorption, ou effets de surface (Cf. BOUASSE, *Cours de Physique, Etude des symétries*, § 11. *Liquides anisotropes*). Par conséquent, on peut déjà rapprocher les phénomènes colloïdaux et les phénomènes électrostatiques qui prennent naissance dans les conducteurs imparfaits et les limailles métalliques, phénomènes dont une application connue de tous est le cohéreur à limaille de Branly. Ces phénomènes, étudiés en particulier par Josef Waszik, de l'Ecole Polytechnique de Varsovie, présentent cette particularité curieuse de prendre une forme vibrante et périodique; en effet, un ensemble de grains de limaille peut, sous l'influence de certaines causes, entrer en vibrations, et c'est à ce moment que sa sensibilité aux ondes électriques est maxima, ne pourrait-on rapprocher ce fait de la périodicité que l'on trouve dans les nerfs, période réfractaire et période hypernormale? De plus, M. J. Waszik a observé au microscope que les grains de limaille en état de cohésion s'orientaient, et qu'il se formait au sein de la limaille une suite de grains rangés d'une manière spécifique. De même, dans les colloïdes, on admet que les particules colloïdales peuvent s'orienter, et on a été amené à faire cette hypothèse pour expliquer le phénomène de biréfringence et de dichroïsme magnétique, dit phénomène de Majorana. « On admet que l'orientation des particules dans le champ » est la cause du phénomène (Cf. BOUASSE, Op. cit. § 7. *Symétrie du milieu et double réfraction*):

L'hypothèse d'après laquelle les molécules des cellules nerveuses seraient orientées n'apparaît donc pas comme inadmissible a priori, il serait seulement nécessaire de la préciser et de la rattacher d'une manière suffisamment nette aux données physiques.

Toutefois, le phénomène le plus intéressant en cette matière, celui qui a été le mieux étudié par H. André, lors de ses recherches est celui de la coagulation des éléments colloïdaux sous l'influence du courant électrique. Cette coagulation se produit toujours à la

Cependant nous nous permettons quelques remarques et quelques hypothèses.

Ce qu'on appelle le sommeil électrique est une inhibition. Or, c'est aussi une épilepsie expérimentale.

Zimmern et Dimier ont montré qu'au moyen des courants de Leduc (courants intermittents de basse tension) on pouvait réaliser la plupart des manifestations du syndrome épilepsie. Or, ces courants produisent aussi et surtout le sommeil, l'inhibition.

Dans nos expériences, nous réalisons presque au complet le syndrome épilepsie :

D'abord le cri initial, puis après une courte période de stupeur, la crise clonique, puis la crise tonique, enfin le coma, le profond sommeil. Peut-

cathode et dans son voisinage; peu à peu, la matière coagulée rejoignant l'anode, en sens inverse du courant, la conductibilité électrolytique cesse totalement (H. André, Op. cit.). Il semble y avoir de grandes analogies entre ces phénomènes et celui de l'accumulation ou de la dissolution des éléments chromatiques dans la cellule nerveuse, suivant son état de repos ou de fatigue.

Il semble que dans cet ordre de phénomènes, l'émission électronique joue un certain rôle. « Le mécanisme de l'émission est « d'autant plus vraisemblable qu'une expérience exposée plus « loin, pour la clarté de cette communication, met en relief « l'analogie qui existe entre l'émission électronique dans les « phénomènes électrolytiques, colloïdaux et thermiques. » (H. André, loc cit.)

Cette hypothèse ne semble pas toutefois donner de renseignements utiles pour le cas qui nous occupe ici, et la seule chose qui semble devoir être retenue, est le phénomène de coagulation.

Il est encore remarquable que l'arsenic est le seul corps dont les propriétés colloïdales ne sont pas modifiées par l'introduction d'un cristalloïde dans le liquide de suspension, on peut en effet rapprocher ce fait de l'action marquée de ce corps sur le système nerveux, et des relations entre celui-ci et le phosphore, corps chimiquement voisin de l'arsenic.

être même l'amnésie n'y manque-t-elle pas (note page 116).

Cette remarque nous a amené à reprendre l'hypothèse d'Hartenberg pour qui l'épilepsie serait due à une inhibition des centres corticaux.

Résumons rapidement la conception de cet auteur :

Si on analyse une crise comitiale on constate les phases suivantes : 1° l'aura; 2° la perte de connaissance; 3° la chute; 4° les convulsions toniques; 5° les convulsions cloniques; 6° le coma.

Très fréquemment les crises ne comportent que les deux premières phases : on a alors ce qu'on appelle injustement un « équivalent », en réalité une crise incomplète.

Tous ces phénomènes (sauf l'aura) s'expliquent parfaitement ⁽¹⁾ par une inhibition brusque du cortex libérant les centres automatiques.

En cas d'inhibition brusque et complète, ces centres s'affolent comme un moteur freiné qu'on libère brusquement ; si l'inhibition est moins profonde on a « l'équivalent » ; si elle est lente on passe insensiblement de l'insconscience dans le coma, dans le profond sommeil, les centres automatiques libérés lentement prenant progressivement le régime d'activité ralentie qui est suffisant lorsqu'ils n'ont plus à lutter contre le « frein cortical ».

Remarquons en passant que le mot « coma d'épuis-

(1) Cf. HARTENBERG. Voir *Bibliographie*, page 170.

sement » que conserve Hartenberg n'est peut-être pas exact : pour nous le coma serait le stade ultime du processus d'inhibition, puisqu'on peut l'obtenir même en l'absence des convulsions, c'est-à-dire en l'absence de toute cause d'épuisement.

Pour Hartenberg, à la suite d'une irritation locale ou générale de l'écorce (dont l'aura pourrait être la manifestation), l'inhibition commence ⁽¹⁾. Elle est plus ou moins complète, elle consiste en une diminution du « *potentiel nerveux* » encore capable de créer des courants dans les voies automatiques, mais plus dans les centres plus différenciés de la corticalité. Il pourrait y avoir : ou bien inhibition de la conscience avec conservation de l'automatisme d'une part, et de la fonction freinatrice de l'écorce d'autre part, ou bien dissociation de la synergie entre l'écorce, la conscience et les centres automatiques (ce qui expliquerait le cas de conservation de la conscience avec impossibilité absolue d'exécuter un acte volontaire, les actes automatiques restant possibles ⁽²⁾). Ou bien encore suspension totale et brusque de toutes les fonctions corticales, et alors, mais dans ce cas seulement, convulsions; enfin le coma. En tous cas une diminution ou

(1) Ceci n'est pas pour surprendre : on sait l'instabilité des réactions d'excitation et d'inhibition qui sont facilement reversibles.

(2) On peut rapprocher ceci de la « dissociation des facultés » observée par Leduc lors de ses expériences sur lui-même (voir page 30). Et peut-être aussi des cas de mort apparente avec conservation de la conscience rapportés par la tradition à l'époque où les signes de la mort étaient imparfaitement connus. (Cf. CHARPENTIER. *Bibliographie.*)

une suspension de la conduction des influx entre l'écorce et les centres automatiques.

Nous ne pouvons nous empêcher de songer aux conceptions d'Araya qui considère l'épilepsie, qu'il prétend guérir, comme due à un trouble de la structure intime du système nerveux amenant un déficit de la circulation des influx. Zimmern et Dimier ont noté avant nous que si l'on répétait l'épilepsie expérimentale sur un même animal, à intervalles rapprochés, on pouvait l'obtenir avec une intensité bien moins élevée ⁽¹⁾. Nous expliquons ceci, non comme ces auteurs, par une exagération de l'excitabilité cérébrale, mais par une véritable sommation des inhibitions, les actions répétées augmentant le trouble de l'orientation colloïdale qui déterminerait la diminution de conductibilité qui serait la cause essentielle de toutes les inhibitions.

Les théories récentes ⁽²⁾ qui voudraient faire de l'hystérie la conséquence d'une déficience du contrôle de la conscience sur l'automatisme, en feraient une maladie assez proche de l'épilepsie telle que nous la comprenons. (Les crises émotivo-comitiales sont parfois, en clinique, très difficiles à différencier des crises comitiales pures).

Pour nous, le pithiatisme n'y jouerait pas un rôle exclusif; il y aurait un trouble bien réel de la conduc-

(1) Nous avons observé (page 119), qu'une intensité égale provoquait, dans ces conditions, un coma beaucoup plus rapide et beaucoup plus profond, mais cela revient au même.

(2) Cf. NATHAN. Les idées actuelles sur l'hystérie. *Presse Médicale*, 16 janvier 1926.

tion des influx viciant les relations normales des diverses parties de l'encéphale.

Nous nous expliquerions ainsi l'action du courant d'Araya qui rétablirait, par son action puissante, le libre passage des influx en rétablissant l'orientation normale des corpuscules colloïdaux qui conditionnerait une bonne conduction nerveuse; non sans avoir, au préalable, comme on l'observe souvent en biologie, reproduit le symptôme qu'il est capable de supprimer. Il nous semble bien difficile, en effet, d'expliquer par la simulation et l'imagination *toutes* les manifestations hystériques, *toutes* les crises douloureuses cenestalgiques, et aussi le fait de la propagation spéciale du courant d'Araya (voir page 38) chez les hystériques, comme d'ailleurs chez les comitiaux.

S'il faut l'en croire, Araya aurait obtenu aussi quelquefois cette propagation et le sommeil chez certains psychopathes. Ceci nous ramène aux « équivalents » des comitiaux. On observe souvent chez ces malades des états comparables à la confusion mentale. Or, les psychoses confusionnelles et les délires même ont été expliqués par une perturbation des conductions reliant arbitrairement, anarchiquement, par des trains d'influx, les différents centres, ou coupant au contraire toute communication soit entre eux, soit avec le centre supérieur (centre O de Grasset), qui serait le centre d'une activité polygonale dont la première idée et même le premier schéma semblent bien se trouver dans Ambroise Paré ⁽¹⁾.

(1) Ambroise PARÉ. *Du sens commun*, 24^e livre, page 923.

Enfin nos observations nous ont montré une action certaine du courant d'Araya dans les affections dites rhumatismales ⁽¹⁾. De cette analogie d'effet nous tirons une analogie de cause; ces affections d'étiologie encore si obscure, ne sauraient-elles s'expliquer par un trouble trophique en relation avec des lésions de même ordre, intéressant les fibres nerveuses trophiques (si elles existent ?) ou bien en relation avec un trouble de l'orientation, des molécules et des corpuscules colloïdaux formant les cellules cartilagineuses, osseuses ou musculaires ?

Enfin poussant encore plus loin l'hypothèse, nous arrivons à ceci :

Le cancer consiste en une désorientation de la prolifération cellulaire. Celle-ci n'est-elle pas en rapport avec une désorientation des cellules et des corpuscules colloïdaux qui forment les cellules ?

Une telle hypothèse pourrait expliquer les métastases par embolie cellulaire (les cellules transportées continuant à proliférer d'une manière anarchique, puisqu'elles portent en elle la désorientation moléculaire cause de la désorientation de la prolifération) et aussi l'action des différentes radiations (rayons X, radium, ondes hertziennes ⁽²⁾ employées avec succès contre le cancer. Les molécules et les corpuscules, sous leur action, tendant à reprendre leur orientation normale ⁽³⁾.

(1) Voir Chapitre VI. Observations.

(2) Expériences de Lakhowsky dans le service du Professeur Gesset.

(3) Cf. LAKHOWSKY. *L'Origine de la Vie*. 1926. Nilsson, édit.

L'électricité, le magnétisme, les radiations de toute nature émises en nous et autour de nous, joueraient donc un rôle prépondérant dans le mécanisme de la vie en influant sur l'orientation des éléments de nos tissus.

CHAPITRE VI

OBSERVATIONS

Dans toutes ces observations, le courant est appliqué sur la nuque, comme nous l'avons décrit page 93. C'est toujours de ce point de départ qu'il gagne le front puis les autres parties du corps. Nous indiquons chaque fois qu'il en est autrement.

OBSERVATION I

M. H..., maître d'hôtel, 28 ans.

A été pris, il y a deux ans, de douleurs et de gêne dans les mouvements, de fatigabilité exagérée s'étendant progressivement des muscles des jambes à tout le corps. Au début, l'attention du malade fut attirée par la fatigue extrême qu'il ressentait au moindre effort, puis les masses musculaires de la face antérieure de la cuisse et celles du mollet devinrent douloureuses. La pression sur ces muscles et sur le trajet du sciatique était douloureuse également. Les douleurs et la gêne s'étendirent progressivement aux bras, puis aux épaules et au cou, et il dut cesser son travail.

Il fut traité par l'iode (voie buccale) et par des injections intra-musculaires de lipiodol répétées pen-

dant deux mois, à raison de deux par semaine. On n'obtint aucun résultat.

Le 19 octobre 1925, il fut traité par le courant d'Araya. Appliqué à la nuque, le courant atteignit immédiatement le front. A la racine des membres il gagna aussitôt les extrémités. Dès les premières séances, le malade accusa un léger soulagement, les douleurs ne revinrent que l'après-midi. L'amélioration progressive se poursuivit, tous les symptômes s'amendèrent et le malade put reprendre son travail.

Actuellement (Décembre 1925), il ne persiste qu'une légère douleur des masses musculaires de la face antérieure de la cuisse. Elle disparaît complètement au cours de l'application et reparaît vers le soir. Il y a encore un peu de fatigabilité.

OBSERVATION II

M. M..., 60 ans.

Sciatique ayant débuté au mois de janvier 1926. Douleurs sub-continues, réveillant le malade la nuit et rendant la marche très difficile. Dès la première séance du traitement (le 15 février), il y eut une amélioration nette, le malade dormit tranquillement. L'amélioration se poursuivit, non sans qu'il y eut 3 ou 4 paroxysmes douloureux exceptionnellement violents. Après la 8^e séance le malade n'a plus souffert.

OBSERVATION III

M. C..., 45 ans, employé de bureau.

En 1911-1912-1913, crises aiguës de lumbago, obligeant le malade à s'aliter de 8 à 20 jours. Il éprouve une sensation d'écrasement, de fatigue extrême ; toutes les positions sont douloureuses, surtout la position assise ;

il marche courbé en deux, la moindre secousse est atrocement douloureuse, un éternuement est un supplice.

Pendant la guerre, il eut de petites crises de sciatique et de lumbago, mais de courte durée. En 1919, en Pologne, il fut repris d'une crise aiguë de lumbago, nécessitant 15 jours de lit. Tous les ans depuis, il a des crises plus ou moins longues, rendant tout mouvement impossible. Par temps orageux, 24 heures avant les orages, dit-il, il souffre vivement dans la jambe, tout mouvement est pénible, la fatigabilité est très exagérée.

En novembre 1924, reprise d'une crise aiguë de lumbago et de sciatique. Pendant 18 jours le malade est alité. La pression sur les masses musculaires est intolérable, il ne peut rester ni debout, ni assis ; même couché, il souffre vivement. Remis, il ne peut cependant reprendre la vie normale. C'est un infirme, courbé en deux et pouvant à peine marcher. L'hiver, ses jambes sont glacées ; l'été, elles sont brûlantes.

L'examen radiographique et la réaction de Bordet-Wassermann dans le sang furent négatifs.

Il fut traité sans succès par injections épidurales et intra-musculaires de lipiodol. Les rayons ultra-violets furent essayés vainement. Seule la haute fréquence en séances très prolongées amena une très légère amélioration.

Enfin, il fut traité par le courant d'Araya.

Après la première séance, il y eut une amélioration assez sensible qui dura une trentaine d'heures. Rapidement elle s'accrut avec de nouvelles séances.

Aujourd'hui la transformation est complète, le malade a repris ses occupations, il vit normalement. Il persiste cependant encore un peu de fatigabilité et parfois de légères douleurs, mais extrêmement affaiblies.

OBSERVATION IV

M^{lle} M. J..., 32 ans.

Dans l'enfance, crises convulsives. Depuis cette époque, crises nerveuses extrêmement fréquentes. La malade pousse un cri et tombe, elle se mord la langue, les émissions d'urine sont rares. Après une phase tonique, apparaissent les convulsions cloniques. La crise est suivie d'un sommeil profond et d'amnésie absolue. Fréquemment, elle débute par des secousses dans le membre inférieur droit. Il y a des crises avortées caractérisées par une courte absence suivie de sommeil, parfois du somnambulisme. La malade se lève la nuit, fait quelques pas dans la chambre, crie, puis retombe dans un lourd sommeil. Au réveil, elle n'en a aucun souvenir.

En même temps : arriération mentale, adiposité, aérophagie, avec éructations extrêmement fréquentes survenant par crise, douleurs lombaires et malaise général, œdème rouge des pieds.

Cette malade fut traitée sans aucun succès par l'hémato-ethyroidine, le bromure de potassium (qui précipitaient les crises), le luminal et le gardénal (par MM. Pierre Marie et Babinski).

Depuis 4 ans, elle prenait 0 gr. 30 de gardénal par jour, cependant les crises restaient fréquentes. L'entourage en a observé jusqu'à 7 en une heure. (Il s'agissait alors de crises avortées.)

Cette malade a actuellement (1^{er} décembre 1925), 250 séances du traitement d'Araya.

La propagation fut très lente, il fallut 54 séances pour aller de la nuque au front. Arrivé là, en 4 ou 5 séances, il descendit aux pieds.

Au bout de 60 séances, les crises s'espacèrent, elles diminuèrent de violence en même temps. Les éructa-

tions disparurent (parfois il s'en produit quelques-unes au moment de l'application du courant), l'œdème des jambes a disparu.

Aujourd'hui, la malade a beaucoup maigri, son intelligence s'ouvre. Il n'y a plus que 2 ou 3 crises par mois, elles sont très peu violentes, il n'y a plus de morsure de la langue. Le courant gagne rapidement les pieds. On n'a jamais obtenu le sommeil. Après l'application la malade se sent « légère », mais au début, pendant les 40 premières séances, elle se plaignit de douleurs dans les jambes et dans les lombes.

OBSERVATION V

M. W..., 30 ans, chasseur.

Crises nerveuses. Depuis un an, le malade tombe sans connaissance et fait une crise tonique. Il n'y a pas de morsure de la langue. Les crises sont suivies de sommeil et d'amnésie. En même temps, troubles du caractère ; le malade devient violent et irritable. Les crises se reproduisent tous les trois ou quatre mois.

A la première application, avec un élément de pile et une intensité très faible, le courant va au front, puis entre les épaules, et une vague sensation de fourmillement va jusqu'aux pieds.

A la 2^e séance, un courant semblable produit les mêmes phénomènes, mais plus accentués. A la 3^e et à la 4^e séance, les phénomènes s'accroissent encore, le malade accuse une sensation de froid.

Après la 4^e séance, le malade s'endort ; le sommeil est absolument normal et dure une demi-heure. Au cours de la 5^e séance, l'intensité étant un peu augmentée, le malade s'endort. La face est rouge. La respiration et le rythme cardiaque sont normaux, tous les réflexes persistent, mais on ne peut réveiller le malade.

Le réveil a lieu spontanément, 20 minutes après. Aussitôt le malade fut lucide et dispos.

Ensuite le malade s'endormit à chaque séance, mais il fallut une intensité, un voltage et une prolongation de l'application plus considérable chaque fois, et cependant la durée du sommeil diminua. A la 10^e séance, il ne fut plus possible de l'obtenir. Puis la propagation du courant se fit moins loin. A la 13^e séance, il ne dépassait plus le front. La région épicroanienne était fortement anesthésiée : nous avons pu y faire des piqûres assez fortes pour faire perler une goutte de sang, sans que le malade accuse autre chose qu'une sensation tactile, alors qu'une piqûre moins forte provoquait d'énergiques protestations, si elle était faite au niveau du front.

Actuellement, le malade n'a plus eu de crises depuis 6 mois, il est calme, a meilleur appétit et se sent plus fort. Il a subi une vingtaine d'applications.

OBSERVATION VI

M. H..., 32 ans.

Atteint de ptose gastrique très marquée, portait une ceinture avec sous-cuisses. Ceux-ci trop serrés auraient déterminé une péri-phlébite de la saphène interne à la cuisse droite (?). Il persista une douleur vive, d'ordre... cénestalgique très probablement. En même temps, existait une douleur précordiale, avec angoisse, gêne de la respiration, douleur à la pression. L'examen du cœur et des vaisseaux n'a révélé aucune lésion.

Le fourmillement mit 7 séances à atteindre le front. A peine y fut-il arrivé, que la gêne précordiale disparut. Il ne persiste plus actuellement qu'un peu de douleur à la pression. (Il convient de noter que le malade est maintenant en possession d'une bonne ceinture abdominale.)

L'application du courant à la nuque provoque une sudation marquée. A la cuisse, l'appareil étant appliqué à la face interne, une vive sensation de chaleur envahit toute la jambe jusqu'à mi-mollet. Cependant la température locale est plutôt inférieure à celle du membre correspondant. Il existe une anesthésie assez marquée à la douleur et aussi au tact.

La douleur disparaît pour deux heures environ. Chaque jour, elle revient plus tard et moins vive. Une application trop prolongée détermine une recrudescence de la douleur.

OBSERVATION VII

M. P..., 60 ans, commerçant.

Névralgie faciale droite. Douleur atroce survenant par crises, à l'occasion de la mastication ou même de la parole, siégeant dans toute l'hémi-face droite, surtout dans les branches maxillaires supérieure et inférieure ; traitée depuis 10 ans sans succès et l'ayant obligé à interrompre ses occupations.

Le courant mit un certain temps à gagner le front. Arrivé là il gagna immédiatement toute l'hémi-face malade. Au début, pendant quatre ou cinq séances, il reproduisit un peu la douleur, mais bientôt il amena un soulagement de peu de durée d'abord, 2 heures après la séance la douleur revenait, moins forte, il est vrai. Puis l'anesthésie se prolongea et les crises devinrent moins violentes.

Au bout de 30 séances, elles avaient disparu. Le malade mastiquait sans crainte. L'état général, qui déclinaît, se remonta rapidement et le malade reprit ses occupations, et se croyant guéri abandonna le traitement.

La douleur revint et ramena le malade. Très rapidement, cette fois, elle disparut. Il prolongea un traitement de sécurité. La guérison semble s'être maintenue, nous n'avons pas revu le malade depuis six mois.

Il lui fut fait des applications locales, au niveau du condyle du maxillaire supérieur. Elles provoquèrent un fourmillement intense dans l'hémi-face, langue comprise, et une anesthésie à la douleur très marquée, Anesthésie tactile également, sensation de visage de bois.

OBSERVATION VIII

M^{lle} C..., 35 ans.

Eut une otite chronique à gauche, il y a deux ans. Depuis, elle souffrait dans toute la tête, mais surtout à gauche. Les douleurs assez aiguës survenaient d'abord par crises, puis elles devinrent presque continues en devenant plus sourdes. Elles gagnèrent les globes oculaires, rendant tout travail et la lecture impossible. En même temps la malade était la proie d'idées noires, d'une tristesse profonde, et maigrissait. Aucun médicament n'avait soulagé ces douleurs d'ordre cenestalgique.

Dès la première application du courant d'Araya, elle ressentit un grand soulagement, surtout au niveau des globules oculaires. Le fourmillement dépassant le front gagna les globes oculaires, où il détermina une sensation spéciale mal définie par le malade, il gagna aussi une petite région au devant de l'oreille gauche.

Au bout de 10 séances de traitement, la malade est transformée, elle déclare qu'elle a une autre tête sur les épaules. Il ne persiste qu'une légère douleur dans la région occipitale. Elle lit et travaille normalement. Sa gaieté est revenue. Elle a engraisé de 4 kilogs,

OBSERVATION IX

M^{lle} W..., 20 ans.

Se plaignait de douleurs fugaces, surtout craniennes, d'irritabilité, d'insomnie, tous phénomènes considérés comme pithiatiques.

A la première séance, le courant gagna rapidement le front, les douleurs craniennes disparaissent sans retour. Au cours de la 3^e séance, le courant gagne les pieds, précédé par une sensation de froid.

Après la séance, la malade s'endort pendant environ 20 minutes.

Au cours de la 4^e application, elle s'endormit d'un sommeil absolument semblable au sommeil normal. Au bout de 20 minutes, elle se réveilla spontanément, parfaitement bien, nullement incommodée.

Le sommeil fut ensuite de plus en plus difficile à obtenir et de plus en plus court. A la 12^e séance on ne l'obtint plus.

Les troubles avaient totalement disparu.

OBSERVATION X

M. B..., 15 ans, cultivateur.

Le 14 juillet 1925, s'alite pour une grippe banale, 8 jours après, il se lève, mais fléchit sur ses jambes et tombe. En quelques jours, il devient complètement incapable de s'appuyer sur sa jambe gauche. Dès qu'il essaye, la jambe fléchit et il tombe.

Cependant le genou est normal, la cuisse ne s'atrophie pas, les mouvements de flexion et d'extension sont possibles, mais non la station debout. Le malade se présente le 2 décembre 1925 à la consultation du Professeur Sicard, qui lui fait faire immédiatement une application du courant d'Araya. D'abord à la nuque, le

courant gagne immédiatement le front, puis au niveau de l'échancrure sciatique et à la racine de la cuisse (face postérieure), enfin, sur la face interne de la cuisse un peu au-dessus du genou. Le courant gagne sans difficulté l'extrémité des orteils.

10 minutes après être rentré, en s'appuyant lourdement sur ses béquilles, il sort, marchant normalement.

Il s'agit là d'un pithiatique évident, et dans ce cas le traitement a une action surtout de suggestion.

OBSERVATION XI

M. A..., 61 ans, encaisseur.

Algie du plexus pharyngien. Début brusque, il y a deux ans environ, à l'occasion d'une quinte de toux, par une douleur vive au pharynx, au niveau de l'angle de la mâchoire, à gauche.

Pendant 4 mois, la douleur revient sans cause ou à l'occasion des mouvements de déglutition, d'abord toutes les heures environ, puis de plus en plus fréquemment. Les analgésiques ordinaires (aspirine, pyramidon, etc...) le soulagent.

En décembre 1924, reprise. Le malade ne peut dormir que sous l'influence du sedobrol. La crise dure jusqu'en juin 1925.

En septembre 1925 les douleurs reparurent ; au moment où nous voyons le malade (fin janvier 1926), elles sont devenues intolérables et surviennent à chaque instant. Des injections d'alcool et de lipiodol n'ont donné aucun résultat ; la déglutition est devenue presque impossible tant elle est douloureuse.

A la première application du courant d'Araya, le malade est très soulagé, la douleur a disparu ; il rentre chez lui et dort 36 heures (il venait de passer 6 nuits

dans dormir). Depuis la douleur n'est pas revenue, il a de temps à autre, une inquiétude, mais la douleur « ne peut pas venir » suivant son expression, 5 ou 6 séances furent faites par prudence, et il se considère comme guéri.

OBSERVATION XII

M. R..., 38 ans.

Présentait depuis plusieurs années de fréquentes crises d'épuisement physique complet, sans cause apparente. En même temps il avait une dépression psychique assez marquée, de l'abattement, des angoisses, lui rendant très difficile tout travail intellectuel.

Il accusait, en outre, une petite douleur occipitale, lancinante et une rachialgie à la hauteur de la deuxième vertèbre dorsale.

Les premiers jours du traitement ne furent marqués par rien de particulier. Vers la 7^e ou 8^e séance, la douleur occipitale et la rachialgie augmentèrent d'intensité. Puis elles disparurent totalement vers la 20^e séance. Seule l'asthénie générale persista ; mais généralement, elle ne se manifestait plus pendant les quatre ou cinq heures qui suivaient l'application. Le malade s'en allait transformé, mais retombait dans son état précédent au bout de quelques heures.

A ce moment, ses affaires obligèrent le malade à suspendre le traitement, et son état est resté stationnaire.

OBSERVATION XIII

M. V..., 28 ans.

Depuis deux ans, notait une diminution progressive de la vigueur de ses érections.

Il fut traité par le courant d'Araya, en applications céphaliques et lombaires.

A la nuque, il fallut 12 séances pour faire sentir le fourmillement au front, puis cette sensation descendit progressivement le long de la colonne vertébrale, jusqu'au niveau de la première vertèbre lombaire environ.

Actuellement, dès que l'appareil lui est appliqué, il sent le courant jusqu'au front dans un premier temps, puis dans un second, la sensation descend le long de la colonne vertébrale.

Après 23 séances, le malade amélioré dut suspendre le traitement pendant 2 mois. Puis il le reprit. L'amélioration s'était maintenue. Actuellement (25 février 1926), le malade qui compte 28 séances, est très amélioré.

OBSERVATION XIV

M^{me} G..., 38 ans, culottière. Algie faciale.

Début brusque, il y a 3 ans, par une douleur vive occupant le pourtour de l'oreille, la tempe et le cuir chevelu temporal du côté droit. Douleur atroce survenant par crises plusieurs fois par jour. Les analgésiques ordinaires soulageaient la malade.

Après la première séance, elle eut un soulagement qui dura jusqu'au matin du lendemain. Le courant s'était fait sentir électivement du côté malade.

Au cours de la seconde séance, le courant ne se fit plus sentir dans la région douloureuse et resta dans les limites ordinaires. La malade n'eut pas de crise jusqu'au lendemain soir. Les crises survinrent pendant la semaine, furent aussi fréquentes mais moins fortes.

Après la 8^e séance, la malade qui se déclarait guérie n'est plus revenue à l'hôpital.

OBSERVATION XV

M^{lle} T..., 50 ans.

Névralgie faciale intéressant surtout la branche maxillaire supérieure et un peu l'ophtalmique.

Depuis 8 ou 10 ans, la malade souffrait de céphalée, de migraines, de douleurs sourdes. Il y a deux ans, brusquement apparaissent les crises caractéristiques, chaque fois que la malade se mouche ou qu'elle mastique. Des injections d'alcool la soulagent pour 18 mois. Puis les phénomènes réapparaissent.

Traitées par le courant d'Araya, au début la crise est reproduite, l'amélioration est lente, mais en trente séances, elle est très considérable.; la malade dort, se mouche, mange et a retrouvé sa gaieté. Parfois encore elle a une inquiétude : ce qui l'oblige à continuer le traitement quelques temps encore.

OBSERVATION XVI

M. J. D..., notaire.

Douleurs rhumatismales généralisées. Notable amélioration, toutes les douleurs ayant disparues en 20 séances.

OBSERVATION XVII

M^{lle} L..., 10 ans.

Crises choréiformes. Le courant d'Araya gagne en quelques séances le front, puis envahit tout le système nerveux jusqu'aux orteils.

L'amélioration commence dès la première séance. Les crises s'éloignent, la malade est plus gaie, guérison en 12 séances.

OBSERVATION XVIII

M^{me} D..., 46 ans.

Douleurs diffuses dans l'hémi-crâne et l'hémi-face gauches. Mêmes phénomènes, mais très atténués, à droite. Œdème facial, amblyopie surtout à gauche.

Le courant mit un certain temps à atteindre le front.

Actuellement (8 décembre 1925), avec un voltage et une intensité faible, le courant diffuse dans toute l'hémi-face gauche, très peu à droite.

Tous les anti-névralgiques avaient échoués. Au bout de 8 séances, il y eut un soulagement notable. L'acuité visuelle est revenue à sa valeur primitive. La malade a subi 20 séances. Après l'application, la face est très rouge et chaude.

OBSERVATION XIV

M^{me} M..., 25 ans.

Algie faciale spéciale, ayant débutée il y a 8 ans, à l'occasion de l'éruption d'une dent de sagesse, mais non modifiée par l'extraction de ces dents, allure subcontinue, siège principal à droite.

Traitée par injections de lipiodol au contact du maxillaire, sans résultats.

Traitée par le courant d'Araya, il y eut une amélioration en 6 séances. Le courant, bien que n'atteignant que le vertex, se faisait sentir dans le côté malade. A la 8^e séance, guérison apparente. Les douleurs ont disparu, le courant ne se fait plus sentir dans la région maxillaire.

16 jours après : rechute ; le courant de nouveau retourne aux points douloureux.

4 séances sont encore nécessaires pour faire disparaître les douleurs.

OBSERVATION XX

M^{lle} G..., 25 ans.

Encéphalique épidémique, il y a 6 ans. Depuis 2 ans, l'index se crispe sur le porte-plume, le poignet s'hyperfléchit dans le travail de couture, puis apparaissent des mouvements choréiformes dans le pouce et l'index droit, mouvements de flexion et d'extension permanents. Engourdissements fréquents des deux avant-bras. Il s'agit d'un début de parkinsonisme avec raideur assez marquée et peu de tremblement.

Actuellement il n'y a plus de mouvements choréiformes, moins d'engourdissements, l'écriture et la couture sont possibles, quoique encore difficiles, la raideur est à peine sensible. On ne peut espérer la guérison, mais une amélioration sensible a été obtenue. Il semble que la marche de l'affection soit enrayée, et même en régression.

OBSERVATION XXI

M^{me} P..., 50 ans.

Sciastique, cénestalgies diverses et dépression. En 12 à 15 séances, grande amélioration.

OBSERVATION XXII

M^{lle} H. M..., 15 ans.

Crises émotive-comitiales fréquentes, 5 à 6 par jour, avec perte de connaissance et convulsions.

Dès la première séance les crises diminuèrent.

Au bout de 8 séances, il n'y en avait plus qu'une par jour. La crise quotidienne disparut ensuite le jour du traitement, puis elle se transforma en une courte absence.

En 25 séances, elles disparurent. La malade n'a plus été revue depuis un an.

OBSERVATION XXIII

M^{lle} F..., 25 ans.

Douleurs vertébrales des épaules et du crâne, ne correspondant à aucune lésion.

A la 6^e séance, le courant est senti au front et légèrement dans les épaules. A la 10^e séance, le point vertébral a disparu. Après la 15^e toutes les douleurs ont disparues.

OBSERVATION XXIV

M. M..., 45 ans.

Vertiges, torticolis, raideur douloureuse des épaules. L'élévation des bras est impossible. Au bout de 4 séances grande amélioration, le malade peut s'habiller seul. Très grande amélioration en 15 ou 20 séances.

OBSERVATION XXV

M. D..., 60 ans.

Douleur rhumatismale du bras et de l'épaule gauche. Très soulagé dès la première séance. Très grande amélioration en 10 séances.

OBSERVATION XXVI

M^{me} P..., 35 ans.

Cénestalgie, douleur crânienne, congestion de la face, grande irritabilité. Grande amélioration en 20 séances.

OBSERVATION XXVII

Sœur M..., religieuse, 60 ans.

Hémiplégie gauche survenue progressivement. L'asy-

métirie faciale disparut, la chaleur revint dans les membres, les mouvements s'améliorèrent en 50 séances.

OBSERVATION XXVIII

M^{me} D..., 70 ans, infirmière.

A la suite d'un zona, paralysie du plexus brachial avec atrophie et douleurs extrêmement vives. En 25 séances, les mouvements reviennent et l'atrophie disparaît. Les douleurs sont soulagées après la séance, pendant 24 heures environ, mais reviennent ensuite. Donc guérison en ce qui concerne la motilité, amélioration pour la douleur.

OBSERVATION XXIX

M^{me} B..., Pantophobie. Malade confinée au lit, guérie en 16 séances.

OBSERVATION XXX

M^{me} L... Surdité très prononcée, en rapport avec une affection rhumatismale. Grande amélioration avec 30 séances.

OBSERVATION XXXI

M^{me} P..., Amnésie, rhumatisme du bras gauche et du genou droit. Grande amélioration en 45 séances.

OBSERVATION XXXII

D^r C..., Sciastique depuis 10 mois ; guéri en 4 séances.

OBSERVATION XXXIII

M. L..., Sciastique depuis 6 mois ; guéri en 12 séances.

OBSERVATION XXXIV

M. A. L..., Sciatique depuis 6 mois ; guéri en 12 séances.

OBSERVATION XXXV

Général N..., Douleur rhumatismale du genou droit ; grande amélioration en 22 séances.

OBSERVATION XXXVI

M. G..., 50 ans, employé de bureau ; crampe des écrivains. Dès qu'il veut écrire survient une douleur vive dans le pouce, ses doigts se crispent. Au bout de 5 ou 6 séances grande amélioration ; 25 séances rendent l'écriture possible, mais il persiste encore de la douleur et une certaine gêne.

OBSERVATION XXXVII

M^{me} de V..., 50 ans. Sciatique ancienne à droite ; guérie en 40 séances.

OBSERVATION XXXVIII

M^{me} D..., Douleur rhumatismale dans le bras et l'épaule gauche. Grande gêne fonctionnelle. Amélioration sensible en 15 séances.

OBSERVATION XXXIX

M. S..., 60 ans. Neurasthénie, dépression psychique, idées noires. Grande amélioration en 20 séances.

OBSERVATION XL

M. M..., 55 ans, forain. Douleurs rhumatismales et

gonflement des articulations des membres inférieurs durant depuis 20 ans et l'ayant obligé à cesser son travail. En 8 séances les douleurs diminuent considérablement, la mobilité est suffisante pour permettre la reprise du travail.

OBSERVATION XLI

M^{me} L..., 80 ans. Névralgie faciale vraie depuis 15 ans. Traitée par l'alcool il y a 2 ans. Les crises reviennent depuis 4 mois. A la seconde séance le courant gagne l'hémi-face malade, les crises disparaissent complètement, la mastication redevient possible. Il persiste longtemps une douleur sourde et sub-continue très supportable et un peu d'œdème de la joue.

CONCLUSIONS

1° ARAYA, de Santiago du Chili, a inventé un dispositif permettant de modifier l'action du courant faradique.

2° A l'aide de ce dispositif, Araya a produit le premier (1878-1880) le sommeil électrique chez les animaux. Chez l'homme il obtint une action anesthésique proportionnelle à la résistance de l'individu d'une part, au voltage et à l'intensité d'autre part; dans les conditions de ses expériences, il n'a obtenu le sommeil électrique que dans des cas pathologiques.

3° Ce dispositif permet de traiter utilement et parfois de guérir les maladies dites fonctionnelles du système nerveux, des organes des sens (les algies en particulier), et aussi les affections dites rhumatismales.

4° Ce dispositif pourrait être employé pour faire le diagnostic des lésions de discontinuité du système nerveux.

5° Les effets obtenus par Araya l'ont conduit à échaufauder des théories sur la structure et le fonctionnement du système nerveux (en particulier l'exis-

tence d'une circulation nerveuse) et sur la nature des maladies dites fonctionnelles du système nerveux.

6° Nos expériences semblent montrer que, *physiologiquement*, le système nerveux présente un sens de conduction optima, tandis que, *physiquement*, il présente une conduction symétrique ne suivant pas la loi d'Ohm.

7° Nos observations cliniques semblent confirmer les résultats rapportés par Araya.

VU, BON A IMPRIMER :

Le Président,
SICARD.

VU :

Le Doyen,
ROGER.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Le Recteur de l'Académie de Paris,
P. LAPIE.

BIBLIOGRAPHIE

- ANDRÉ (H.). — La conductibilité des colloïdes métalliques et ses applications électro-chimiques. *Onde électrique*. Janvier 1926.
- ARAYA (1). — L'électro-anesthésie. *Journal officiel de la République du Chili*, 12 juin 1882.
- L'électro-anesthésie. *Revue Médicale du Chili*, 15 juin 1882.
- Lois et applications de l'Electro-anesthésie. *Santiago du Chili*, 1889.
- Communication à l'Académie des Sciences de Paris. *Comptes rendus des séances*. Tome 145. Juillet-décembre 1907.
- Communication au V^e Congrès d'Electrologie et radiologie médicales. Barcelone 1910. VIII^e séance.
- *Nouveau traitement des maladies fonctionnelles du système nerveux au moyen de l'Electro-anesthésie*. Paris 1912.
- ARDOAN. — *Les découvertes d'Araya*.
- BEAUNIS. — *Physiologie*. Paris 1876.
- BÉCLARD. — *Physiologie humaine*. Paris 1884.
-

(1) Araya est le patronyme de l'auteur, mais au Chili l'usage est établi d'y joindre le matronyme; aussi les œuvres de cet auteur sont-elles signées Araya-Echeverria, et il faudra se reporter, dans quelques tables alphabétiques, - au nom de Echeverria sous lequel elles ont été enregistrées par erreur.

- BERNARD (Claude). — *De la Physiologie générale*. Paris 1872.
- BECQUEREL. — *Encyclopédie du XIX^e siècle*. 1878.
- BOUASSE. — *Cours de Physique*.
- CHAUVEAU. — *Electricité atmosphérique*. Paris 1925.
- CHARPENTIER (J.-B.-A.). — Guérison et sommeil hypnotisme. *Magnétisme humain*. Paris 1838.
- CASTILLO. — *Le sommeil électrique*.
- DEGAUD. — *Les antinomies de l'Electro-anesthésie*.
- DESCARTES. — *Discours de la méthode*.
- EGANA. — *Histoire de l'Electro-anesthésie*. Santiago 1895.
- FARGES. — *Le cerveau, l'âme et ses facultés*.
- FRIEDEL. — *Sur les propriétés pyro-électriques des cristaux*. 1869.
- GLEY. — *Physiologie*. Paris 1921.
- GUILLAIN. — L'Œuvre de G.-B. Duchenne de Boulogne. *Presse Médicale*. 5 décembre 1925.
- GUNDELACH. — *L'Electro-anesthésie*. Valparaiso 1895.
- HARTENBERG. — Une conception nouvelle de l'Épilepsie. *Presse Médicale*. 8 novembre 1919.
- Les accidents épileptiques par inhibitions cérébrales incomplètes ou partielles. *Presse Médicale*. 23 décembre 1922.
- Les conditions favorisantes des paroxysmes épileptiques. *Presse Médicale*. 30 avril 1924.
- HAUY. — *Physique Médicale*. Paris 1845.
- *Traité de Cristallographie*. Paris 1822.
- *De l'électricité dans les Minéraux*.
- *Essai sur une théorie de la structure des Cristaux*.
- HURTADO. — *L'Electro-anesthésie*. Santiago 1882.
- JELLINECK. — *Communication à l'Académie des Sciences*. Paris. Décembre 1925.
- JOBERT et JOLYET. — Société scientifique et Station zoologique d'Arcachon. *Travaux des Laboratoires*. 1895.

- KEITH-LUCAS. — *La conduction de l'Influx nerveux.*
- LAKHOVSKY. — Les radiations à haute fréquence et les êtres vivants. *Radio-Revue*. Novembre 1924.
- *L'Origine de la vie*. 1926. Nilsson, éditeur.
- LA RIVE (DE). — *Traité d'Electricité*. Paris 1845.
- LEDUC. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*. Juillet 1902.
- *Archives d'Electricité Médicale*. Juillet 1903.
- *Presse Médicale*. 27 février 1907.
- LIVET. — L'Electro-inhibition par le procédé d'Araya. *Société de Médecine de Paris*. Février 1926.
- MIQUEL. — *L'Electro-anesthésie*. Santiago 1894.
- MOREAU (F.-A.). — *Comptes rendus et Mémoires de la Société de Biologie*. 1860. 3 série. Tome II.
- *Annales des Sciences Naturelles (Zoologie)*. 1862. 4^e série.
- NATHAN. — Les idées actuelles sur l'hystérie. *Presse Médicale*. 16 janvier 1926.
- NOGIER. . . *Electrothérapie*. Paris, 1917.
- NOLLET. — *Histoire de l'Académie Royale des Sciences*. 1748. (4^e Mémoire.)
- OPUZO. — *L'Electro-anesthésie*. Santiago, 1897.
- OPORTOT. — *Traitement de la névralgie du nerf trijumeau par l'Electro-anesthésie*.
- OVIDE. — *Tristes*. Livre I. Elégie III.
- PARE (Ambroise). — *Du sens commun*. XXIV^e livre, page 923.
- PASTEUR. — Recherches sur les propriétés spécifiques des deux acides qui composent l'acide racémique. *Annales de Chimie et de Physique*. Tome XXVIII, 1849.
- La dissymétrie moléculaire. *Revue scientifique*. Janvier 1884.
- PLAZA (DE LA). — *L'Electro-anesthésie*. Santiago, 1898.

- PECH (J.-L.). — Les différences de potentiel en biologie. *Presse Médicale*. 30 décembre 1925.
- POUILLET. — *Physique expérimentale*. Paris, 1856.
- POUILLET. — *Notion générale de Physique et de Météorologie*. Paris, 1860.
- PROCHASKA. — *De functionibus systematis nervosi*. 1784.
- RENAULT. — *Discours d'ouverture du Congrès d'Electrologie et radiologie Médicale*. Lyon, 1914.
- ROGER (H.). — *Archives de Physiologie normale et pathologique*. Paris, 1894. — *Nouvelles recherches sur le choc nerveux*.
— Le choc nerveux. *Revue de Médecine*. Juillet 1916.
— Influence du système nerveux sur l'action des substances toxiques. *Presse Médicale*, 26 septembre 1925.
- ROUSSEL, — A propos des colloïdes. *Radio-Electricité*. 15 août 1923.
- SALMON (A.). — *La fonction du sommeil*. Paris, 1910.
- SEGURA. — *L'Electro-anesthésie*. Loi découverte et démontrée par le Docteur Araya.
- TAGLE (J.-D.). — *L'Electro-anesthésie*. Observations cliniques.
- VARGAS. — *L'Electro-anesthésie*. Santiago, 1882.
- WALKER (C.). — *L'Electro-anesthésie*. Santiago, 1894.
- WEISS. — *Technique d'Electro-physiologie*. Paris.
- WIEDERSHEIM. — *Manuel d'Anatomie comparée des vertébrés*. Traduction de Moquin-Tandon. Paris, 1890.
- WUNDT. — *Physique Médicale*. Berlin, 1882.
- ZIMMERN et DIMIER. — *Communication à la Société de Biologie*. 13 juin et 4 juillet 1903.
-